

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Instituto de Educação



O DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM RECURSO
À WEB 2.0 PROMOTORAS DE UMA CIDADANIA ATIVA NO ÂMBITO DA
INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO RESPONSÁVEIS

Carla Manuela de Pacífico Cardoso David Dias

Orientador: Professor Doutor Pedro Guilherme Rocha dos Reis

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de doutor em Educação na
especialidade de Didática das ciências

2017

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Instituto de Educação



O DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM RECURSO
À WEB 2.0 PROMOTORAS DE UMA CIDADANIA ATIVA NO ÂMBITO DA
INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO RESPONSÁVEIS

Carla Manuela de Pacífico Cardoso David Dias

Orientador: Professor Doutor Pedro Guilherme Rocha dos Reis

Tese especialmente elaborada para a obtenção do grau de doutor em Educação na
especialidade de Didática das ciências

Júri

Presidente: Doutora Cecília Galvão Couto, Professora Catedrática Instituto de Educação
da Universidade de Lisboa

Vogais:

- Doutor João José de Carvalho Correia de Freitas, Professor Auxiliar
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa;
- Doutora Elisabete Fernandes Linhares Manzoni de Sequeira, Professora
Equiparada a Assistente do 2.º Triénio
Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém;
- Doutora Cecília Galvão Couto, Professora Catedrática
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa;
- Doutor Pedro Guilherme Rocha dos Reis, Professor Associado
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa;
- Doutor Luís Alexandre da Fonseca Tinoca, Professor Auxiliar
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa;
- Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista, Professora Auxiliar
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Pedro Reis, de uma forma muito especial, por ter orientado esta tese, pelas preciosas sugestões, pela competência, dedicação e simpatia sempre demonstradas. Obrigada Professor Pedro.

Agradeço a todos os Professores e colegas do Programa Doutoral, com quem tive o privilégio de adquirir e partilhar conhecimentos.

Agradeço aos especialistas em didática das ciências e professores da CdA IRRESISTIBLE de ciências naturais e de biologia e geologia pelas sugestões de melhoria e validação dos módulos de ensino que elaborei.

Agradeço ao Diretor Pedagógico do Instituto de Ensino onde leciono, pela autorização para a realização do estudo em contexto da prática pedagógica.

Agradeço aos alunos e às professoras Maria e Anjos que participaram neste estudo, pela forma responsável com que colaboraram e participaram neste estudo.

Agradeço ao professor Ricardo pela preciosa ajuda que me deu no tratamento estatístico do questionário IIR.

Agradeço aos meus colegas do Instituto de Ensino onde leciono, pela partilha e aprendizagens que com eles tenho feito ao longo do meu percurso profissional.

Agradeço à minha família, em especial ao meu pai, à minha mãe e à minha irmã, pelo incentivo e estímulo, pelo carinho e amor com que me acompanham em todos os momentos da minha vida. Obrigada pelos grandiosos valores que me transmitiram e que pautam as vossas vidas.

Resumo

Uma educação em ciências que se restrinja à transmissão de conhecimento científico substantivo revela-se insuficiente para a capacitação dos alunos como cidadãos ativos, capazes de planearem e realizarem ações democráticas de resolução de problemas que afetam a sociedade. Para a concretização deste objetivo torna-se necessário envolvê-los em atividades de investigação e ação em contextos sociais reais e relevantes. A metodologia de ensino-aprendizagem *Inquiry-Based Science Education* pretende envolver os alunos em atividades de natureza investigativa sobre problemas socialmente relevantes de forma a desenvolverem competências de identificação de problemas, de planeamento e realização de investigações, de recolha e análise de dados e de resolução de problemas. Estas competências, associadas ao conhecimento da natureza do empreendimento científico e das suas interações com a tecnologia, a sociedade e o ambiente, revelam-se decisivas à construção de uma literacia científica indispensável ao exercício de uma cidadania crítica no âmbito de controvérsias sociais de base científica e tecnológica.

Neste contexto enunciou-se o seguinte problema de estudo: Qual o impacto de atividades IBSE integrando ferramentas da Web 2.0 no desenvolvimento de conhecimentos e competências necessários ao exercício de uma cidadania ativa, fundamentada e crítica no âmbito da investigação e inovação responsáveis em áreas científicas de ponta?

Neste estudo opta-se pela metodologia *Design-Based Research*, por se tratar de uma abordagem: (1) intervencionista; (2) iterativa; (3) inclusiva; (4) orientada para os processos; (5) orientada para a utilidade; (6) orientada para e pela teoria.

Para a recolha de dados são desenvolvidos os seguintes instrumentos: mapa de conceitos, questionários de avaliação de conhecimentos, guiões de exploração/ fichas de trabalho, questionário de avaliação dos módulos, registos de campo e entrevistas a alunos e professores.

Através deste processo investigativo baseado em desenvolvimento pretende-se obter diferentes tipos de produtos, nomeadamente, estratégias didáticas destinadas à educação em ciências no 3.ºCEB e novo conhecimento relativo à conceção e à realização destas estratégias em contexto educativo.

Palavras-chave: Educação em ciências, IBSE, investigação e inovação responsáveis, Web 2.0.

Abstract

A science education restricted to the transmission of substantive scientific knowledge, becomes insufficient for the empowerment of students as active citizens capable of planning and undertaking democratic actions such as the resolution of problems affecting society. In order to fulfill this goal it is necessary to involve them in inquiry about real and relevant social contexts. The *Inquiry Based Science Education* intends to engage students in inquiry activities of socially relevant problems in such a way that it can lead them to the development of problem identification skills, planning and carrying out investigations, gathering and analysis of data and problems solving. These abilities, associated with scientific and meta-scientific knowledge, are decisive to the construction of a scientific literacy, which is indispensable for a critical citizenship regarding socioscientific controversies.

In this context the following problem was enunciated: What is the impact of IBSE activities integrating Web 2.0 tools in the development of knowledge and skills which are necessary for an of active, well-founded and critical citizenship in the context of responsible research and innovation in scientific cutting-edge topics?

In this study, we choose the *Design-Based Research* methodology because it is: (1) interventionist, (2) iterative, (3) inclusive, (4) process-orientated, (5) orientated to usefulness, (6) orientated to and towards theory.

Several instruments were used to gather data: concept maps, knowledge evaluation questionnaires, modules evaluation questionnaire, field notes and interviews to students and teachers.

This research allowed to obtain different kinds of products, namely didactic strategies for science education in secondary school and new knowledge regarding the development of these strategies in educational context.

Key words: Science Education, IBSE, responsible investigation and innovation, Web 2.0

Índice Geral

Resumo	iii
Abstract.....	v
Acrónimos e Siglas	xvii
1. Introdução	1
1.1 Problema, Questões de Investigação e Objetivos do Estudo	6
1.2 Relevância do Estudo	7
1.3 Organização da tese	8
2. Enquadramento Teórico.....	11
2.1 Educação em Ciência: Desafios do século XXI	11
2.1.1 Ensino das ciências numa perspetiva IBSE	24
2.2 As TIC e o Ensino das Ciências: Ferramentas da Web 2.0	37
2.3 Investigação e Inovação Responsáveis (IIR)	46
2.3.1. Projeto europeu IRRESISTIBLE.....	53
3. Metodologia	59
3.1. Opções Metodológicas.....	59
3.2 Etapas do Estudo.....	62
3.2.1 Planificação, conceção e construção dos módulos de ensino.	63
3.2.2 Avaliação e validação dos módulos.....	65
3.2.3 Aplicação e testagem dos módulos nas aulas de ciências naturais	65
3.3 Caraterização dos Participantes	65
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados.....	69
3.4.1. Mapa de conceitos.	69
3.4.2 Questionários.	70
3.4.3 Registos de campo	77
3.4.4 Entrevistas a alunos e professores.	77
3.5 Tratamento e Análise dos Dados	81
3.5.1 Mapa de conceitos.	81

3.5.2 Questionário IIR.	82
3.5.3 Questionário de opinião.	82
3.5.4 Registos de campo.	83
3.5.5 Transcrições das gravações áudio das entrevistas.	83
4. Apresentação e Análise de Resultados	85
4.1 Conceção atividades IBSE sobre IIR que integram aplicações Web 2.0 .	85
4.1.1 Construção dos módulos	85
4.1.2 Avaliação dos módulos: potencialidades e fragilidades	86
4.2 Aprendizagens Ocorridas.....	90
4.2.1 Análise dos mapas de conceitos.	90
4.2.2 Análise dos trabalhos finais	96
4.3 Perceções e atitudes dos Alunos Relativamente às Atividades	99
4.3.1 Análise dos dados do questionário IIR aos alunos	99
4.3.2 Análise dos dados dos questionários de avaliação dos módulos.	120
4.3.2 Análise das notas de campo da professora observante participante	140
4.3.3 Análise dos dados das entrevistas aos alunos	141
4.4 Perceções das Professoras Relativamente às Atividades.....	145
4.4.1 Análise dos dados das entrevistas às professoras	145
4.4.2 Análise dos dados do questionário IIR às professoras.....	148
5. Considerações Finais	153
5.1 Conclusões do Estudo.....	153
5.1.1 Reflexão sobre a IIR com a abordagem IBSE 7E.....	154
5.1.2 Ferramentas da Web 2.0 na concretização das fases IBSE 7E	159
5.1.3 Potencialidades e Dificuldades na execução das atividades.	163
5.2 Limitações do Estudo	165
5.3 Sugestões para Futuras Investigações.....	166
Referências Bibliográficas	167

ANEXOS	179
Anexo 1	181
Anexo 2	187
Anexo 3	193
Anexo 4	201
Anexo 6	203
Anexo 7	211
Anexo 8	CD-ROM

Índice dos Quadros

Quadro 2. 1 <i>Projetos financiados pela Comissão Europeia</i>	34
Quadro 2. 2 <i>Projetos no âmbito da IIR financiados pela Comissão Europeia.</i>	53
Quadro 3.1 <i>Área científica e conteúdo programático do 8.º ano dos Módulos 2 e 3</i>	64
Quadro 3.2 <i>Área científica e conteúdo programático do 9.º ano do Módulo 1</i>	65
Quadro 3.3 <i>Estrutura do questionário IIR aos alunos</i>	73
Quadro 3.4 <i>Estrutura da segunda parte do questionário IIR aos professores</i>	75
Quadro 3.5 <i>Estrutura do questionário de avaliação dos módulos</i>	76
Quadro 3.6 <i>CrITÉrios de classificação dos mapas de conceitos</i>	81
Quadro 4.1 <i>Potencialidades e fragilidades dos módulos.</i>	87
Quadro 4.2 <i>Alterações introduzidas nos módulos.</i>	89
Quadro 4.10 <i>Análise dos trabalhos realizados pelas turmas - Módulo “Vacinar ou não Vacinar?”</i>	96
Quadro 4.11 <i>Análise dos trabalhos realizados pelas turmas – Módulo “Portugal é mais mar?”</i>	98
Quadro 4.12 <i>Análise dos trabalhos realizados pelas turmas – Módulo “Degelo e Erosão: Qual a relação?”</i>	98
Quadro 4.13 <i>Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 8A</i>	101
Quadro 4.14 <i>Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 8B</i>	104
Quadro 4.15 <i>Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 8C</i>	106
Quadro 4.16 <i>Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 9A</i>	108
Quadro 4.17 <i>Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 9B</i>	110
Quadro 4.18 <i>Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 9C</i>	113
Quadro 4.19 <i>Comparação dos resultados obtidos na 1ª parte dos questionários IIR</i>	115

Quadro 4.20	<i>Comparação dos resultados obtidos na 2.^a parte dos questionários IIR</i>	117
Quadro 4.21	<i>Comparação dos resultados obtidos na 3.^a parte dos questionários IIR</i>	118
Quadro 4.22	<i>Comparação dos resultados obtidos na 4.^a parte dos questionários IIR</i>	119
Quadro 4.23	<i>Opinião dos alunos da turma 9A 9B e 9C sobre a forma como a professora deu as aulas, diferente ou não da habitual</i>	121
Quadro 4.24	<i>Explicação da opinião dos alunos da turma 9A,9B e 9C sobre a forma como a professora deu as aulas.</i>	122
Quadro 4.25	<i>Opinião dos alunos da turma 9A, 9B e 9C sobre os aspetos interessantes da atividade.</i>	122
Quadro 4.26	<i>Propostas de melhoria da atividade pelos alunos da turma 9A,9B e 9C.</i>	123
Quadro 4.27	<i>Opinião dos alunos da turma 9A,9B e 9C sobre o que aprenderam com a atividade.</i>	124
Quadro 4.28	<i>Vantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 9A,9B e 9C.</i>	124
Quadro 4.29	<i>Desvantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 9A, 9B e 9C.</i>	125
Quadro 4.30	<i>Opinião dos alunos da turma 9A, 9B e 9C sobre os aspetos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Publisher.</i>	126
Quadro 4.31	<i>Opinião dos alunos da turma 9A, 9B e 9C sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Publisher.</i>	127
Quadro 4.32	<i>Forma como a ferramenta da Web 2.0 Publisher facilita a aprendizagem dos alunos da turma 9A, 9B e 9C.</i>	127
Quadro 4.33	<i>Opinião dos alunos da turma 9A, 9B e 9C sobre os aspetos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Windowsmoviemaker.</i>	128
Quadro 4.34	<i>Opinião dos alunos da turma 9A e 9B sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Windowsmoviemaker.</i>	128
Quadro 4.35	<i>Forma como a ferramenta da Web 2.0: windowsmoviemaker facilita a aprendizagem dos alunos da turma 9A e 9B.</i>	129
Quadro 4.36	<i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre a forma como a professora deu as aulas, diferente ou não da habitual.</i>	130
Quadro 4.37	<i>Explicação da opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre a forma como a professora deu as aulas.</i>	130

Quadro 4.38 <i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre os aspetos interessantes da atividade.</i>	131
Quadro 4.39 <i>Propostas de melhoria da atividade pelos alunos da turma 8A e 8B</i>	131
Quadro 4.40 <i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre o que aprenderam com a atividade.</i>	132
Quadro 4.41 <i>Vantagens da atividade para aprendizagem dos alunos do 8A e 8B.</i>	132
Quadro 4.42 <i>Desvantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8B.</i>	132
Quadro 4.43 <i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre os aspetos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Popplet.</i>	133
Quadro 4.44 <i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Popplet.</i>	133
Quadro 4.45 <i>Forma como a ferramenta da Web 2.0: Popplet facilitou a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8B.</i>	134
Quadro 4.46 <i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre os aspetos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Glogster.</i>	134
Quadro 4.47 <i>Opinião dos alunos do 8A e 8B sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Glogster.</i>	135
Quadro 4.48 <i>Forma como a ferramenta da Web 2.0: Glogster facilitou a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8B.</i>	135
Quadro 4.49 <i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre a forma como a professora deu as aulas, diferente ou não da habitual.</i>	136
Quadro 4.50 <i>Explicação da opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre a forma como a professora apresentou as aulas.</i>	136
Quadro 4.51 <i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre os aspetos interessantes da atividade.</i>	137
Quadro 4.52 <i>Propostas de melhoria da atividade pelos alunos da turma 8A e 8C.</i> ...	137
Quadro 4.53 <i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre o que aprenderam com a atividade.</i>	138
Quadro 4.54 <i>Vantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8C.</i>	138

Quadro 4.55 <i>Desvantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8C.</i>	138
Quadro 4.56 <i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre os aspetos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Glogster.</i>	139
Quadro 4.57 <i>Opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Glogster.</i>	139
Quadro 4.58 <i>Forma como a ferramenta da Web 2.0: Glogster facilitou a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8C.</i>	140
Quadro 4.59 <i>Opinião das professoras quanto ao papel da investigação e inovação na sociedade atual.</i>	149
Quadro 5.1 <i>Ferramentas da Web 2.0/TIC utilizadas nas fases IBSE</i>	161
Quadro 5.2 <i>Potencialidades das ferramentas da Web 2.0 na aquisição e desenvolvimento de competências</i>	163

Índice das Figuras

<i>Figura 2.1</i> Competências do século XXI e sistemas de apoio	17
<i>Figura 2.2</i> Modelo dos 5E	28
<i>Figura 2.3</i> Exemplos de ferramentas da Web 2.0 e práticas associadas	41
<i>Figura 2.4</i> Paralelismo metas de educação científica e NML	43
<i>Figura 2.5</i> Modelo da IIR	51
<i>Figura 3.1</i> Ciclo do estudo.	63
<i>Figura 3.2</i> Distribuição dos alunos das turmas do 9.º ano de acordo com o sexo.	66
<i>Figura 3.3</i> Idades dos alunos das turmas participantes do 9.º ano.	67
<i>Figura 3.4</i> Alunos com Necessidades Educativas Especiais das turmas do 9.º ano.	67
<i>Figura 3.5</i> Distribuição dos alunos das turmas do 8.º ano de acordo com o sexo.	68
<i>Figura 3.6</i> Idades dos alunos das turmas participantes do 8.º ano.	68
<i>Figura 3.7</i> Alunos com Necessidades Educativas Especiais das turmas do 8.º ano.	69
<i>Figura 4.1</i> Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final da turma 9A.....	91
<i>Figura 4.2</i> Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final da turma 9B	91
<i>Figura 4.3</i> Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final da turma 9C	92
<i>Figura 4.4</i> Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final das turmas do 9ºano	92
<i>Figura 4.5</i> Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final da turma 8A.....	93
<i>Figura 4.6</i> Comparação entre os Mapas de conceitos inicial e final da turma 8B.....	93
<i>Figura 4.7</i> Comparação entre os Mapas de conceitos inicial e final das turmas do 8º ano	94
<i>Figura 4.8</i> Comparação entre os Mapas de conceitos inicial e final da turma 8A.....	94

Figura 4.9 Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final da turma 8C 95

Figura 4.10 Comparação entre os Mapas de conceitos inicial e final das turmas do 8º
ano 95

Acrónimos e Siglas

3.ºCEB - 3.º Ciclo do Ensino Básico

DBR - Design-Based Research

IBSE – Inquiry-Based Science Education

IIR - Investigação e Inovação Responsáveis

NML - Nova Literacia para os Media

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

WWW - World Wide Web

1. Introdução

A investigação científica, seja qual for, tem sempre em si uma finalidade social. Não se pode conceber a investigação científica como algo que diga respeito apenas a um indivíduo ou a um grupo restrito: toda a descoberta, toda a conquista, todo o avanço nesse campo deve ser comunicado a toda a humanidade, porque interessa a toda a humanidade.

Ciari (1979, p. 46).

Tendo como finalidade proceder à apresentação geral do estudo a realizar no âmbito deste projeto de doutoramento, este capítulo inicia-se com a contextualização do estudo, evidenciando a relevância das estratégias de natureza investigativa, de tipo IBSE, sobre investigação e inovação responsáveis. Desta contextualização decorre o enunciado do problema e das questões de investigação, a definição dos objetivos do estudo e uma breve justificação da sua relevância.

No atual contexto científico, tecnológico e social, marcado por controvérsias sociocientíficas e sócio-ambientais, uma educação em ciências que se restrinja à transmissão de conhecimento científico substantivo revela-se insuficiente para a capacitação dos alunos como cidadãos ativos, capazes de planearem e realizarem ações democráticas de resolução de problemas que afetam a sociedade (Reis, 2013).

As questões controversas de base científica e tecnológica, em que não há acordo entre os diferentes atores sociais, são inerentes a implicações morais, éticas, sociais e ambientais. Para o exercício de uma cidadania crítica e fundamentada é premente que os alunos saibam analisar e interpretar estas questões, de forma a compreenderem as opiniões e os pontos de vista bastante distintos dos diferentes atores sociais, que podem conduzir a consequências sociais e ambientais muito distintas (Sadler et al., 2004).

Na última década, tem-se assistido a um maior apelo para uma educação científica e tecnológica muito mais radical e politizada, em que os alunos devem não só reconhecer questões ambientais e sociocientíficas complexas, muitas vezes polémicas e que estimulam os alunos a formularem a sua própria posição a respeito dessas mesmas questões, mas também prepararem-se e participarem em ações sociopolíticas. Devem

formular opiniões críticas sobre como as prioridades de investigação são determinadas, como se processa o acesso à ciência e como esta pode e deve ser conduzida, de que forma os conhecimentos científicos e tecnológicos são implementados, como a leitura ou interpretação de uma situação ou de um problema são considerados pela perspectiva política, e como uma ação realizada a nível individual, de grupo e/ou a nível da comunidade pode influenciar políticas e práticas sociais (Alsop e Bencze, 2012; Hodson, 2003; Hodson, 2014; Roth & De´sautels 2002).

Uma sociedade democrática não o é verdadeiramente se os diferentes atores sociais não tiverem a capacidade de observar e compreender as relações entre factos e fenómenos, avalia-las, escolhê-las e criticá-las (Ciari, 1979). Para a concretização deste objetivo, torna-se necessário envolver os alunos em atividades de investigação e ação em contextos sociais reais e relevantes, com vista à construção de uma literacia científica.

De acordo com a OCDE (2003, p. 133):

[L]iteracia científica é a capacidade de usar o conhecimento científico, de identificar questões e de desenhar conclusões baseadas na evidência de forma a compreender e a ajudar à tomada de decisões sobre o mundo natural e das alterações nele causadas pela atividade humana.

É essencial formar alunos críticos, informados cientificamente, interessados pelos assuntos sociocientíficos e sócio-ambientais, de modo a conseguirem analisar o que os rodeia de forma crítica e fundamentada. A vivência de situações de aprendizagem que envolvam tomada de decisões, discussão, desempenho de papéis diferentes, argumentação, investigação, experimentação, explicação e interpretação, exigem do aluno um pensamento mais crítico, um olhar mais profundo para os acontecimentos e, consequentemente, um desenvolvimento de conceções mais complexas sobre questões sociais e ambientais em que a ciência aparece, na maior parte das vezes, como central. Para tal, é necessário envolver os professores num novo modo de entender a ciência, levando-os a adotar estratégias de ensino-aprendizagem inovadoras (Galvão et al., 2011).

A implementação de ações sociopolíticas sobre questões sociocientíficas e sócio-ambientais em contexto escolar tem várias implicações e requer uma transformação na prática de sala de aula nomeadamente nos tipos de atividades educativas propostas, nas formas de avaliação implementadas, nas fontes do conhecimento e de autoridade consideradas legítimas, no próprio ambiente de sala de aula e nas conceções sobre as finalidades da educação em ciências, orientações curriculares e na cidadania. O professor

deixa de estar preocupado exclusivamente com a transmissão exaustiva de um conjunto de conhecimentos, assume-se como orientador, estimulador do desenvolvimento dos alunos, através da: (a) exploração de aspetos da natureza da ciência e as inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; (b) promoção de competências cognitivas, sociais e morais necessárias à autonomia intelectual e ao envolvimento ativo de soluções para esses mesmos problemas, num ambiente democrático. Os alunos devem ser capacitados para discutir e agir num contexto de sala de aula baseado no interesse e no respeito que valoriza a expressão de opiniões diferentes e estimula a ação dos alunos (Reis, 2004, 2013). As práticas, na sala de aula, promotoras de ativismo, por exemplo, estão fortemente associadas a uma conceção de cidadania que reconhece os alunos como atores sociais de pleno direito, e não simples objetos de socialização (Reis, 2013).

Segundo a OCDE (2012), os alunos também devem ser capazes de utilizar os conhecimentos científicos, para identificar questões e tirar conclusões fundamentadas em factos, com vista a compreender e ajudar a tomar decisões sobre o universo físico e as mudanças nele provocadas pela atividade humana. O que implica, por parte do professor, segundo Hodson (2003), a criação de oportunidades para que os alunos identifiquem problemas pertinentes que lhes permitam intervir e agir visando a sua resolução. Na escola, os alunos precisam de oportunidades para trabalhar juntos e envolver-se de forma responsável em atividades projetadas para efetuar mudanças, de forma a estabelecer, apoiar e sustentar comunidades politicamente ativas (Hodson, 2014).

Os métodos de ensino-aprendizagem das ciências influenciam as atitudes e a motivação dos alunos e consequentemente, o respetivo interesse e desempenho. Os métodos tradicionais do ensino das ciências, apresentam os conteúdos científicos de forma descontextualizada, segmentada e desprovida de valor, isto é, sem relação com as experiências vividas pelos alunos. Estas metodologias são entraves ao despertar da curiosidade pela ciência porque os alunos não compreendem o interesse e importância da ciência para as suas vidas (Aikenhead, 2005; Osborne, Simon e Collins, 2003; Sjøbeng, 2002). O modo como a ciência é ensinada é determinante para o sucesso das aprendizagens dos alunos e para a sua motivação nas áreas científicas (Rocard, et al., 2007). Segundo Sadler e Dawson (2012), os alunos revelam maior motivação e interesse para aprender quando a ciência é apresentada em contextos socialmente relevantes. Os mesmos autores advogam que a inclusão de questões sociocientíficas no ensino das ciências apoia o desenvolvimento da aprendizagem sobre natureza da ciência, melhora a

aprendizagem de conceitos científicos e promove um maior desenvolvimento da capacidade de argumentação.

Pensar em novas metodologias de ensino das ciências implica pensar, também, sobre os papéis dos principais sujeitos do processo de ensino-aprendizagem: alunos e professores. É preciso superar-se a postura, ainda existente, do professor transmissor de conhecimentos. Segundo Moraes e Paiva (2007) o papel do professor como transmissor de informações tem que dar lugar a um agente organizador de situações pedagógicas, dinamizador e orientador da construção do conhecimento por parte do aluno e da sua própria autoaprendizagem contínua. A sua função não será só a de transmitir conteúdos, mas a de orientar o processo de construção do conhecimento pelo aluno, fomentando uma atitude crítica e ativa em relação ao mundo de informações a que é submetido diariamente. Cabe ao professor levar o aluno a compreender que, com as informações recebidas, ele pode construir conhecimento e fazer ciência, mostrando-lhe alguns possíveis caminhos para isso, possibilitando-lhe a recombinação e transformação contínua de saberes, numa prática pedagógica que viabiliza a concretização daquilo que a sociedade atual necessita e deseja.

Giroux (1997) argumenta que o professor precisa de tornar-se um investigador crítico e reflexivo para ser criativo, articulador e, principalmente, parceiro dos seus alunos no processo de ensino-aprendizagem. Nesta visão, o professor precisa de mudar o foco, em vez de centrar-se em ensinar deveria passar a preocupar-se com aprender e, em especial, com “aprender a aprender”, abrindo caminhos coletivos para as atividades investigativas que subsidiem a construção, pelos alunos, dos seus próprios conhecimentos. Por sua vez, o aluno precisa de ultrapassar o papel passivo de repetidor fiel dos ensinamentos do professor e de se tornar criativo, crítico, pesquisador e atuante, para construir os seus próprios conhecimentos. É fundamental que os professores criem oportunidades para que os alunos aprendam através de um ciclo de prática e reflexão, para conseguirem, com a assistência e apoio do professor e dos outros colegas, um nível de desempenho elevado (Hodson, 2014).

Em parceria, professores e alunos precisam de conceber, negociar e concretizar um processo de ensino-aprendizagem que conduza à construção de conhecimentos significativos e relevantes para todos (Behrens, 2000). O professor aprende sobretudo a partir da sua atividade e da reflexão sobre a sua prática. Tem que ter conhecimentos na sua área de especialidade e conhecimentos e competências pedagógicas, tem que ser

capaz de conceber projetos e artefactos – nomeadamente, aulas e materiais de ensino (Ponte, 1999).

Valadares (2001) advoga que um dos fatores de êxito da atividade do professor de ciências passa pelo recurso a estratégias variadas e adequadas aos alunos e à natureza do que se pretende que aprendam. Ensinar a resolver problemas, a confrontar pontos de vista, a analisar criticamente argumentos, a discutir os limites de validade das conclusões alcançadas, a formular novas questões e a ter um papel ativo é particularmente relevante na educação em ciência (Martins, 2002). O papel dos professores de ciências é, então, o de orientar os alunos a envolverem-se com sucesso na tarefa de dar sentido aos conceitos e fenómenos científicos (Smetana & Bell, 2009).

Um dos meios de melhorar a motivação e o interesse dos alunos pela ciência consiste em recorrer a contextos sociais, da vida real, e à aplicação prática como ponto de partida do desenvolvimento de ideias científicas (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Hodson, 2014).

Num mundo em evolução cada vez mais rápido, é preciso que os alunos investiguem, questionem, construam conhecimentos, utilizem novos meios tecnológicos e, sobretudo, ganhem autonomia ao longo da aprendizagem adquirindo, assim a capacidade de respostas às situações novas que irão encontrar no futuro (Costa, 2000).

Os conhecimentos adquiridos pelos alunos fora da escola juntamente com as suas concepções e atitudes face à ciência, influenciam fortemente a sua aprendizagem. A importância destes conhecimentos prévios no processo de ensino-aprendizagem foi salientada por Ausubel (1986). Este autor defende que o fator com maior influência na aprendizagem é o conhecimento que os alunos já possuem e recomendar que se clarifique primeiro o que os alunos já sabem e se ensine de acordo com esse conhecimento prévio. O professor deve iniciar o ensino da ciência pelas questões e fenómenos que são interessantes e familiares ao aluno e não por abstrações ou fenómenos que estejam fora do alcance da sua perceção, compreensão ou conhecimento. É imperioso que o aluno contate com o que o rodeia e observe, manipule e descreva, de forma a ficar intrigado, a colocar questões, a argumentar e, por fim, a tentar encontrar respostas para as questões por ele formuladas. Assim, o ensino das ciências deve partir dos problemas do dia-a-dia, conhecidos dos alunos, e não de uma mera exploração do conhecimento científico, para dar um novo sentido ao que estes já sabem (Costa, 2000; Martins 2002), através de metodologias de ensino que estimulem o desejo dos alunos de questionar, procurar os

seus próprios percursos de investigação, discutir, criticar diferentes perspetivas e construir as suas próprias conclusões (Bencze & Carter, 2011; Reis, 2004, 2013).

O ensino das ciências baseado na metodologia de ensino-aprendizagem *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) envolve os alunos em atividades de natureza investigativa sobre problemas socialmente relevantes, de forma a desenvolverem competências de identificação de problemas, de planeamento e realização de investigações, de recolha e análise de dados e de resolução de problemas. Estas competências, associadas ao conhecimento da natureza do empreendimento científico e das suas interações com a tecnologia, a sociedade e o ambiente, revelam-se decisivas à construção de uma literacia científica indispensável ao exercício de uma cidadania crítica no âmbito de controvérsias sociais de base científica e tecnológica.

Compete, então, ao professor conceber situações de aprendizagem que envolvam os alunos em atividades investigativas, que capacitem os alunos como construtores críticos de conhecimento (e não simples consumidores) e como parceiros responsáveis em processos de investigação e inovação. É necessário que alunos e professores se tornem conscientes da necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade, em prol de uma investigação e inovação que sejam, de facto, responsáveis (Projeto IRRESISTIBLE, 2014).

1.1 Problema, Questões de Investigação e Objetivos do Estudo

Com base no exposto na secção anterior, enunciou-se o seguinte problema, ponto de partida para a investigação: Qual o impacto de atividades IBSE integrando ferramentas da Web 2.0 no desenvolvimento de conhecimentos e competências necessários ao exercício de uma cidadania ativa, fundamentada e crítica no âmbito da investigação e inovação responsáveis em áreas científicas de ponta?

Este enunciado foi delimitado nas seguintes questões de investigação:

- i. Como se poderá conjugar a reflexão sobre a investigação e inovação responsáveis com a abordagem IBSE?
- ii. De que forma as aplicações da Web 2.0 poderão auxiliar na concretização das diferentes fases desta abordagem?
- iii. Que potencialidades e dificuldades experimentam alunos e professores durante a realização destas atividades IBSE?

Estas questões operacionalizam-se nos seguintes objetivos que no seu conjunto orientam a opção metodológica do estudo:

1. Como conceber e realizar estratégias educativas de natureza investigativa (de tipo IBSE) sobre investigação e inovação responsáveis em áreas científicas de ponta (atuais e controversas), adequadas ao programa de Ciências Naturais do 3.º CEB e que integram aplicações da Web 2.0.
2. Identificar/descrever as potencialidades e dificuldades sentidas pelos alunos e professores durante a realização das atividades.

A consecução do objetivo 1 implicou a construção de protótipos de módulos de aprendizagem segundo o método IBSE dos 7E com recurso a aplicações da Web 2.0 sobre áreas científicas de ponta, atuais e pertinentes (biotecnologia e bioética; alargamento da plataforma continental portuguesa e ciência polar) numa perspetiva de investigação e inovação responsáveis no âmbito da ação de formação do projeto IRRESISTIBLE. A concretização dos objetivos enunciados conduziu a uma pesquisa prévia de literatura, procurando interligar as temáticas: educação em ciências, IBSE, investigação e inovação responsáveis, Web 2.0.

1.2 Relevância do Estudo

O trabalho de investigação que se pretende desenvolver tem como premissa o desenvolvimento das competências essenciais, à construção de uma literacia científica baseada em investigação e inovação responsáveis, indispensável ao exercício de uma cidadania ativa e responsável, orientada para a ação sociopolítica, no âmbito das orientações curriculares do ensino básico, tais como, conhecimento (substantivo, processual, epistemológico), raciocínio, comunicação e atitudes. Simultaneamente, pretende-se melhorar e enriquecer a prática letiva do professor através da análise, discussão e reflexão das situações pedagógicas vivenciadas, com a finalidade de se produzirem explicações suscetíveis de serem provadas na ação e que impliquem a construção de conhecimento sustentado sobre a metodologia utilizada.

Os módulos de aprendizagem foram construídos a partir de temas científicos atuais, pertinentes e controversos, que preconizam a necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade em prol de uma investigação e inovação que sejam,

de facto, responsáveis, recomendadas pela Comunidade Europeia. Os módulos foram estruturados de modo que os alunos tivessem oportunidade de se envolver, observar, explorar, classificar, experimentar, explicar fenómenos e propriedades científicas relevantes em relação ao tema de investigação, estabelecer ligações entre investigação realizada e outras situações problema, envolver os alunos em ações coletivas (de planeamento e construção de uma exposição científica) fundamentadas em pesquisas e investigações e, ainda, avaliar as suas aprendizagens, atitudes e perceções.

A relevância deste estudo incide no contributo para o aumento do conhecimento das potencialidades, compreensão e clarificação da aplicabilidade de estratégias educativas de natureza investigativa (de tipo IBSE), que integram aplicações da Web 2.0, sobre investigação e inovação responsáveis no ensino das ciências naturais de forma a proporcionar um ensino interessante, desafiante e atualizado, que aposta no desenvolvimento de competências essenciais a uma cidadania para o século XXI.

1.3 Organização da tese

Esta tese encontra-se estruturada em cinco capítulos. No primeiro capítulo – Introdução – procede-se a uma apresentação geral do estudo, através da sua contextualização, definição do problema, questões de investigação e objetivos, e discussão da sua relevância.

O segundo capítulo – Enquadramento teórico – é dedicado ao referencial teórico da temática abordada no estudo, através de uma perspetiva da literatura consultada e considerada relevante para a concretização desta investigação. Neste sentido, abordam-se temas para uma educação em ciências: quais os desafios que se colocam no século XXI, um ensino das ciências numa perspetiva IBSE, a integração de ferramentas da Web 2.0 no ensino das ciências, a investigação e a inovação responsáveis (IIR) no âmbito do projeto europeu IRRESISTIBLE.

O terceiro capítulo – Metodologia – inclui a apresentação e justificação da metodologia utilizada neste estudo. Divide-se em quatro partes: na primeira, apresentam-se e justificam-se as opções metodológicas; na segunda, apresentam-se as etapas do estudo; na terceira, caracterizam-se os participantes do estudo; e por fim, referem-se os procedimentos adotados para o tratamento e análise dos dados.

No quarto capítulo – Apresentação e Análise dos Resultados – são apresentados, analisados e discutidos os resultados da investigação, de acordo com os objetivos enunciados.

No quinto e último capítulo – Considerações Finais – apresentam-se as conclusões desta investigação, tendo em conta os resultados obtidos, de acordo com o problema e questões de investigação inicialmente definidos e o enquadramento teórico efetuado. São, ainda, abordadas as implicações e limitações do estudo e apresentam-se sugestões para futuras investigações.

No final, constam as referências bibliográficas e os anexos (documentos concebidos e elaborados para a consecução da investigação). Dada a quantidade de materiais que foram criados procedeu-se a uma seleção dos anexos de forma a figurarem no documento impresso apenas aqueles considerados como mais pertinentes para a leitura e compreensão do estudo realizado. Os restantes documentos estão incluídos no CD-ROM apenso à tese. Nesse CD-ROM constam também os módulos elaborados: Módulo 1: “Vacinar ou não Vacinar?”, Módulo 2: “Portugal é mais Mar?” e Módulo 3: Degelo e Erosão: Qual a relação?”.

2. Enquadramento Teórico

Neste capítulo são apresentados os fundamentos teóricos que serviram de base à definição da problemática, à seleção da metodologia de investigação, ao desenvolvimento dos respetivos procedimentos metodológicos e à conceção e aplicação dos módulos de ensino utilizados no estudo. Para tal, o subcapítulo intitulado Educação em Ciência: Desafios para o séc. XXI (2.1) considera que o ensino deverá ser mais adequado à natureza da ciência, promotor de uma participação ativa e responsável, de modo que alunos e professores se tornem conscientes da necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade. Neste subcapítulo também se aborda um modelo de ensino e aprendizagem construtivista, centrado no aluno, utilizado na educação em ciência, com recurso a atividades investigativas: *Inquiry Based Science Education* (2.1.1). Neste subcapítulo, ainda se faz referência a alguns projetos financiados pela comissão europeia e promotores do IBSE. No segundo subcapítulo, intitulado As TIC e o Ensino das Ciências: Ferramentas da Web 2.0 (2.2), discute-se o papel da tecnologia como meio para inovar e potenciar os métodos de ensino-aprendizagem em ciências. No subcapítulo intitulado Investigação e Inovação Responsáveis (2.3), é feita referência à necessidade de cooperação entre ciência e cidadãos para que os processos e produtos da investigação e inovação se compatibilizem com os valores, necessidades e expectativas da sociedade. Por último, neste subcapítulo ainda se faz referência ao Projeto europeu IRRESISTIBLE (2.3.1).

2.1 Educação em Ciência: Desafios do século XXI

O desempenho dos alunos em ciências é atualmente avaliado por meio de dois inquéritos internacionais de grandes dimensões: *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), que pretende avaliar os conhecimentos dos alunos e o *International Program for Student Assessment* (PISA), que pretende aferir conhecimentos e competências dos alunos e avaliar em que medida estes conseguem aplicar os seus conhecimentos científicos nas situações da vida quotidiana relacionadas com as ciências e tecnologia.

Segundo os relatórios TIMSS (2011) e PISA (2012), verifica-se que Portugal, relativamente às aprendizagens nas áreas das ciências, está na média dos países da OCDE. Os alunos portugueses são ágeis a planear e a executar, mas não a questionar, pensar e

experimentalizar alternativas. Falta-lhes capacidade de trabalho autónomo, curiosidade para colocar questões, reconhecidas competências necessárias ao desenvolvimento de uma cidadania ativa.

As orientações curriculares da disciplina de ciências naturais sugerem a implementação de atividades educativas onde o aluno desenvolva, para além das competências de conhecimento substantivo, epistemológico, processual e raciocínio, atitudes inerentes ao trabalho em ciências tais como a curiosidade, a seriedade, a perseverança, o questionamento dos resultados obtidos, a reflexão crítica sobre o trabalho efetuado, a flexibilidade para aceitar o erro e a incerteza, respeitando a ética, e avaliando o impacto no ambiente e na sociedade (ME, 2001). Também segundo Galvão et al. (2001), a finalidade da educação em ciência, preconizada nas orientações curriculares, sugere o envolvimento dos alunos em atividades que permitam a aplicação do conhecimento científico, para que compreendam os problemas do mundo que os rodeia e desenvolvam competências de conhecimento processual e estratégias de resolução de problemas que caracterizam as investigações em ciência.

Os documentos orientadores referem várias modalidades de abordagens ativas, participativas e investigativas no ensino das ciências. As orientações curriculares invocam conceções de ensino e aprendizagem de ciência que valorizam tarefas do tipo investigativo e que favorecem o envolvimento ativo dos alunos na sala de aula (Freire, 2004).

O ensino das ciências deve ser promotor de vivências que permitam ao aluno desenvolver competências que lhe permitam uma maior compreensão da ciência e dos seus processos e que os dotem de capacidade de participar numa cidadania ativa, discutir questões éticas e controversas e tomar decisões fundamentadas (Galvão et al., 2001). Também segundo Barrow (2006), o ensino das ciências deve promover a participação ativa e responsável dos alunos nas suas aprendizagens, através de projetos de investigação, em que possam experimentar e aplicar os seus conhecimentos em contextos reais, desafiantes, inovadores e relevantes no seu quotidiano. A proximidade deste tipo de contextos permite ao aluno atribuir mais significado ao seu trabalho, fomentando o seu envolvimento, interesse e motivação (Swarat, 2008).

A aprendizagem das ciências precisa ser significativa, desafiadora, geradora de problemas e instigante, de modo a mobilizar o aluno para a procura de soluções possíveis, passíveis de discussão e concretizadas à luz de referenciais teóricos e práticos.

A ciência tem sido ensinada nas escolas, principalmente, como um sistema de conhecimentos separado da sua relação com os valores e justiça social. Mas as escolas precisam ir além do fornecimento de conhecimento, precisam, antes de tudo, de desenvolver atividades que promovam alterações no comportamento dos alunos, que os levem a reconhecer as potencialidades da ciência e que os preparem de uma forma mais eficaz para a compreensão e experimentação de conceitos e fenómenos científicos, de modo a capacitá-los como cidadãos ativos, capazes de planearem e realizarem ações democráticas de resolução de problemas que afetam a sociedade. Há que encontrar novos caminhos que conduzam a um ensino das ciências mais aliciante e motivador, mais adequado à natureza da ciência, aos princípios psicológicos do desenvolvimento e da aprendizagem dos alunos e ao mundo da informação, do conhecimento e da mudança em que vivemos marcado por controvérsias sociocientíficas e sócio-ambientais (Dias & Chagas, 2012).

Hodson (2014) defende um ensino das ciências orientado para a ação sociopolítica como principal componente da educação para a cidadania responsável, no qual exista preocupação em apoiar os alunos nas suas tentativas de formular as suas próprias opiniões e posições sobre questões controversas sociocientíficas e sócio-ambientais, independentemente da dimensão ética-moral, e as suas próprias intervenções apropriadas, de forma a estabelecer práticas socialmente mais justas e ambientalmente mais sustentáveis, com vista a mudanças efetivas e responsáveis na sociedade em que se inserem. Segundo Kärkkäinen et al. (2014), a investigação demonstra que a aprendizagem baseada em questões sociocientíficas, tem significativas vantagens e resultados na aprendizagem e motivação dos alunos.

A fim de aumentar a motivação e o interesse pelas ciências, é essencial que se acentuem as ligações entre as experiências individuais dos alunos, a sua vivência quotidiana, o currículo, e a interligação da ciência com as questões da sociedade contemporânea e a discussão das implicações éticas, sociais, ambientais e outras. As questões levantadas na sala de aula sobre aspetos da sociedade atual, quer pelos alunos quer pelos professores, podem constituir problemas que, servem de motor à motivação, à elaboração de hipóteses e ao nascimento de pequenos projetos de investigação participados pelos alunos, desde o seu planeamento à consecução e avaliação (Costa, 2000).

Em muitas salas de aulas, a ênfase é colocada nos produtos da ciência e da tecnologia, através de metodologias de ensino e aprendizagem que suprimem o desejo

dos alunos de questionarem, procurarem os seus próprios percursos de investigação, discutirem, criticarem diferentes perspetivas e constituírem as suas próprias conclusões (Reis, 2013). Torna-se, então, necessário um ensino mais centrado nos alunos, o que implica a adoção de estratégias, por parte do professor, que envolva os alunos em atividades de investigação e ação em contextos sociais e relevantes. Ensinar a resolver problemas, a confrontar pontos de vista, a analisar criticamente argumentos, a discutir os limites de validade das conclusões alcançadas, a formular novas questões, a ter um papel ativo é particularmente relevante na educação em ciência (Martins, 2002).

Tal conceção do processo de ensino-aprendizagem não corresponde à redução do protagonismo do professor, supostamente devendo deixar a aprendizagem à responsabilidade e iniciativa do aluno, acentuando as diferenças sociais e culturais de partida, mas, pelo contrário, requer uma atuação do professor muito mais diferenciada, contextualizada e fundamentada num conhecimento profundo do conteúdo a ensinar, do processo, dos significados, dos contextos de alunos, escolas e professores, da pertinência e justificação de estratégias de trabalho a desenvolver e da sua permanente regulação (Roldão, 2007). Os professores no século XXI são elementos insubstituíveis não só na promoção da aprendizagem, mas também no desenvolvimento de processos de integração que respondam aos desafios da diversidade e de métodos de ensino-aprendizagem inovadores e apropriados, de utilização, por exemplo, das novas tecnologias (Nóvoa, 2007).

As atividades investigativas são importantes alternativas e/ou complementos ao tradicional ensino exclusivamente transmissivo (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). São entendidas como atividades em que o aluno assume e reconhece o problema a investigar como real e, conseqüentemente, se envolve no planeamento, execução, interpretação e avaliação dos resultados, comunicando aos outros a sua investigação (Bybee, 2000). Trata-se de atividades com origem na realidade, contexto social e vivência dos alunos.

As rápidas mudanças no avanço tecnológico, na inovação científica, na crescente globalização, nas mudanças na oferta/procura laboral, na vida económica e na competitividade estão a redefinir as competências que os cidadãos necessitam para adequadamente estarem preparados a participar e colaborar na sociedade atual (Levy & Murnane, 2005; Stewart, 2010; Wilmarth, 2010). Desde sempre, tendo sido reconhecida a importância da formação científica, quer pelo lugar sempre crescente que a ciência ocupou e ocupa na economia, no avanço tecnológico e no desenvolvimento das

sociedades modernas (Ciari, 1979). A reciprocidade necessária entre a ciência e a sociedade implica que a educação em ciências desenvolva nos cidadãos os conhecimentos, as competências e as atitudes, em relação às questões científicas e tecnológicas, na sua dimensão social e em contextos sociais reais, de forma, os conhecimentos e competências adequadas para a sociedade do século XXI. No entanto, cada vez mais é necessário que as práticas, conhecimentos e competências do professor de ciências conduzam ao desenvolvimento dessas mesmas competências.

De acordo com a investigação realizada pela *American Management Association* AMA (2010), num mercado global de trabalho cada vez mais competitivo, a proficiência em leitura, escrita e aritmética, não é suficiente. As competências necessárias ao século XXI de forma a garantir que os alunos mais facilmente se integrem nas necessidades das sociedades atuais são:

- i. Pensamento crítico e resolução de problemas: capacidade de tomar decisões, resolver problemas e agir de forma adequada;
- ii. Comunicação efetiva: capacidade de sintetizar e transmitir ideias, tanto na forma escrita como oral;
- iii. Colaboração: capacidade de trabalhar com os outros, muitas vezes provenientes de grupos diferentes e com ideias díspares;
- iv. Criatividade e inovação: capacidades de ver o que não é visível e de fazer as coisas acontecerem;

Griffin, McGaw e Care (2012) também consideram as seguintes competências, essenciais para os desafios do século XXI:

- i. Formas de pensar: criatividade e inovação, pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisão, aprender a aprender, metacognição;
- ii. Formas de trabalhar: comunicação e colaboração (trabalho de equipa);
- iii. Instrumentos de trabalho: literacia informática, literacia em novas tecnologias;
- iv. Viver no mundo: cidadania local e global, vida e carreira, responsabilidade pessoal e social, competências profissionais.

Para preparar os alunos de hoje para o século XXI é essencial dirigir o foco da aprendizagem para como aprender, como solucionar problemas e como originar novo conhecimento a partir do existente.

Segundo Windschitl (2009), algumas das competências e conhecimentos requeridos ao professor para ajudar os alunos a adquirirem as competências do século XXI, atrás referidas, são as seguintes:

- a) domínio do conteúdo científico e prática no ensino das ciências, de forma a ajudar o aluno a construir o seu conhecimento, a colocar questões, sugerir respostas, planejar e desenvolver investigações científicas, interpretar, analisar e apresentar resultados;
- b) competência para envolver os alunos em debates concretos e atividades discursivas;
- c) conhecer a variedade de estratégias de avaliação e os próprios contextos em que devem ser aplicadas, desenvolvendo competências de autogestão e de auto desenvolvimento nos alunos;
- d) saber aprender através da prática; é necessário que ao longo da sua prática diária e desenvolvimento profissional os professores experienciem ciclos sistemáticos de questionamento e reflexão sobre o desempenho realizado e utilizem as conclusões obtidas para melhorar e reformular as estratégias de ensino.

Partnership for 21st Century Skills (2009), propôs alguns elementos essenciais para o processo ensino-aprendizagem do século XXI representados na figura 2.1.

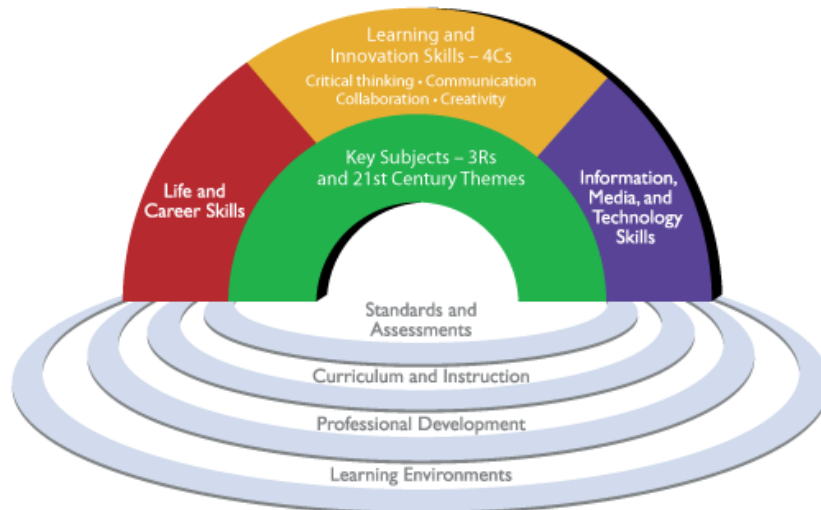


Figura 2.1 Competências do século XXI e sistemas de apoio (Partnership for 21st century skills, 2007, p. 21)

A figura 2.1 representa as competências que os alunos devem alcançar com base num sistema de suporte de diferentes componentes (avaliação, currículo, instrução, desenvolvimento profissional e de aprendizagem) de forma a tornarem-se cidadãos aptos a responder aos desafios do século XXI.

O saber político e económico contemporâneo pede uma economia mais autónoma e uma maior participação de todos os setores da sociedade na formação de políticas sociais e educacionais flexíveis e em permanente evolução. A evolução do pensamento social através de uma visão científica mais precisa, profunda e abrangente irá, certamente, exigir uma delineação formal dos princípios que regem o processo de aprendizagem, assim como mudanças ao nível das instituições de ensino (Rondinelli, Middleton & Vespar, 1990).

Enquanto as práticas empresariais e sociais contemporâneas envolvem os cidadãos em esforços de colaboração para resolver problemas complexos, criar e partilhar novas ideias, nas práticas de ensino e avaliação tradicionais os alunos trabalham individualmente, recordam factos ou executam procedimentos simples em resposta a problemas pré-formulados dentro dos limites estreitos das disciplinas. O trabalho escolar é partilhado e julgado simplesmente pelo professor, e são dadas ao aluno poucas oportunidades de participação no processo. Uma reforma significativa na educação é necessária em todo o mundo: o que é aprendido, como é aprendido e ensinado, e como as escolas são organizadas (Pallazo, 2012).

Um passo importante neste sentido é dado pelo professor que percebe que o ponto de partida da aprendizagem não é tanto o currículo formal mas sim a riqueza de experiências e a complexidade das estruturas conceituais que os próprios alunos trazem para a sala de aula, ponto de partida para a construção do processo de aprendizagem (Pallazo, 2012).

Melhorar o ensino das ciências integra as prioridades da agenda política de muitos países europeus desde os finais da década de 90. No decurso dos últimos anos, instaurou-se um grande número de programas e projetos para a prossecução desta finalidade (Comissão Europeia, 2011).

Uma educação em ciências de qualidade pode oferecer um contexto rico para o desenvolvimento de muitas competências do século XXI, tais como pensamento crítico, resolução de problemas e literacia científica, especialmente quando se aborda a natureza da ciência. Estas competências contribuem para o desenvolvimento de cidadãos bem preparados para o futuro capazes de exercer uma cidadania crítica, democrática e fundamentada.

De acordo com Hodson (2014), os processos de ensino-aprendizagem promotores de uma cidadania crítica, democrática, fundamentada e responsável, estruturadores de um currículo de ciências orientado para a ação, são:

- a) aprender sobre questões, enfocando os aspetos da ciência e tecnologia em problemáticas sociocientíficas, reconhecendo os contextos sociais, culturais e económicos em que se circunscrevem, de forma a compreender a natureza do conhecimento científico e adquirir a literacia necessária para aceder e ler com compreensão crítica uma grande variedade de fontes de informação;
- b) aprender a interessar-se e a preocupar-se pelas questões sociocientíficas e pelas pessoas envolvidas e a lidar com a controvérsia, abordando valores e preocupação pelas opiniões, necessidades e interesse dos outros;
- c) aprender a gerir emoções fortes geradas pelas questões sociocientíficas;
- d) aprender sobre ação sociopolítica, agir e avaliar a ação.

Segundo Hodson (2014), o que torna este tipo de currículo único é o compromisso com a ação do aluno. Não só devemos mudar o nosso comportamento mas também temos que tomar medidas para alterar o comportamento dos outros e temos de assegurar que vozes alternativas e que os seus interesses e os valores subjacentes são exercidos sobre

decisões políticas. Os professores podem desempenhar um papel fundamental para que os alunos aproveitem as oportunidades para assumir o controle de assuntos locais e influenciem a tomada de decisões:

- a) assistindo e apoiando os alunos na compreensão de questões complexas, incluindo a exploração do contexto sociopolítico no qual a problemática se insere;
- b) resolvendo conflitos de interesse, considerando as dimensões ético-moral que as questões levantam e o estabelecimento de pontos de vista pessoais;
- c) construindo um compromisso através da adoção de medidas sociopolíticas adequadas, tanto individualmente como coletivamente.

Segundo Kozma e Roth (2012), a reforma no processo ensino-aprendizagem, não é só necessária nas metodologias usadas pelos professores mas é particularmente necessária na avaliação. Métodos de avaliação tradicional continuam a predominar, mas como é que a educação e a sociedade, em geral, podem evoluir, medir e avaliar as competências, habilidades e experiências necessárias aos cidadãos criativos do século XXI? Os métodos de avaliação tradicionais, geralmente, não conseguem medir certas competências, tais como as atitudes, as características de auto-aprendizagem e de colaboração, que são cada vez mais importantes para a economia global e as sociedades atuais num mundo em rápida mudança. O uso deste tipo de avaliação reforça as práticas tradicionais, os professores enfatizam os factos e utilizam procedimentos simples, preocupando-se apenas com o ensino didático e prático que prepara os alunos para as avaliações e reduzindo, assim, a inovação na escola (Kozma & Roth, 2012).

As avaliações têm uma função importante para motivar os alunos para aprender, ajudar os professores a melhorar as suas práticas e aperfeiçoar o sistema de educação. As avaliações podem também ser utilizadas para certificar os conhecimentos do aluno, avaliar a produção de programas de educação, medir o progresso do sistema educacional e fazer comparações entre os sistemas. Na maioria das vezes, estes aspetos são tratados pelas avaliações nacionais. Mas os programas de avaliação internacionais dos alunos, tais como o PISA e o TIMSS, permitem que os países comparem o desempenho dos seus alunos com outros países e refletem os sistemas de educação em vigor, contribuindo não só para a regulação do sistema educativo, mas também para a melhoria das práticas em sala de aula e da aprendizagem, promovendo avaliação formativa e o aprofundamento das temáticas de avaliação.

A leitura e análise dos resultados obtidos pelos alunos portugueses no TIMSS 2011 sugerem, segundo Reis (2011), diversas implicações e recomendações para o sistema educativo, tais como:

- a) a necessidade de recurso a atividades e metodologias que reforcem o gosto pela aprendizagem das ciências;
- b) o aumento da perceção da relevância da educação em ciências através do estabelecimento de ligações com situações do dia-a-dia, contextualizando o currículo;
- c) um ensino mais desafiante para todos os alunos;
- d) a necessidade de implementar uma maior diferenciação pedagógica;
- e) a necessidade de melhorias em termos de prática de sala de aula, da realização de atividades mais centradas nos alunos que reforcem a sua autonomia, as suas competências intelectuais e o seu conhecimento científico;
- f) um ensino mais contextualizado, mais centrado no aluno e menos centrado no professor, mais promotor do raciocínio e da aplicação de conhecimentos, mais investigativo e menos prescritivo, mais centrado nos processos de ciência.

Liderado sob orientação de uma equipa de investigadores da Universidade de Melbourne, o projeto internacional *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (ATC21s,) patrocinado pela *Cisco*, *Intel* e *Microsoft*, propõe novas formas de ensinar e avaliar as competências do século XXI. Estão a ser descritas as competências que os jovens precisam para enfrentar com sucesso os desafios do século XXI e as formas de avaliá-las. Segundo este estudo, aprender a colaborar e relacionar-se com os outros através da tecnologia são as competências essenciais para uma economia baseada no conhecimento. Assim dever-se-á:

- a) resolver problemas colaborativamente, trabalhar em conjunto para resolver um desafio comum, envolve a contribuição e troca de ideias, conhecimentos ou recursos para atingir determinada meta;
- b) literacia em TIC, aprender através de meios digitais, como as redes sociais, contribuindo para o desenvolvimento do capital social e intelectual.

A intenção do projeto é criar uma estrutura de conhecimento que pode ser partilhada e aproveitada pela comunidade internacional na criação de soluções eficazes

para resolver problemas e dificuldades associadas com a identificação de competências e promoção da adoção de reformas de avaliação, que irão desbloquear a transformação do sistema educativo (Kozma & Roth, 2012). A finalidade é incentivar as instituições e sistemas de ensino a incorporarem essas competências e formas de avaliação nos seus programas de ensino-aprendizagem.

A *National Science Teachers Association* (NSTA) e a *National Research Council* (NRC) recomendam que a educação em ciências vá ao encontro das competências necessárias ao século XXI através de um sistema de ensino das ciências com melhores práticas, nomeadamente curriculares, pedagógicas e de formação e desenvolvimento profissional de professores. Um processo de ensino-aprendizagem que promova a articulação entre as competências necessárias ao século XXI e uma educação científica de qualidade, ocorre quando:

- a) os alunos conhecem e cumprem as normas para a investigação científica e conceção tecnológica;
- b) os alunos têm uma compreensão completa e precisa da natureza da ciência;
- c) existem oportunidades de ações de desenvolvimento profissional eficazes e indutivas de projetos para os professores de ciências integrarem as competências do século XXI no ensino, em sala de aula;
- d) currículos e materiais de apoio baseados em investigação de qualidade de forma a promover a aprendizagem da ciência e, simultaneamente, competências do século XXI;
- e) avaliações alinhadas com o currículo e o ensino, medindo de forma adequada o progresso dos alunos em direção à aquisição das competências do século XXI, além do domínio do conteúdo;
- f) incorporação de uma ampla gama de ferramentas tecnológicas para envolver os alunos na resolução de problemas do mundo real, desenvolvimento concetual e pensamento crítico;
- g) incorporação de grande variedade de oportunidades para os alunos investigarem e construírem explicações científicas, como por exemplo, atividades investigativas e experiências laboratoriais;

- h) professores de ciências que aproveitam as oportunidades já existentes nos programas escolares e ainda incrementam práticas de ensino que apoiam as competências do século XXI.

Também a natureza colaborativa do trabalho científico e tecnológico deve ser fortemente reforçada através da realização frequente de atividades de grupo em sala de aula. Os cientistas trabalham, normalmente, em grupos e, com menos frequência, como investigadores isolados. De forma similar, os alunos devem ganhar experiência na partilha de responsabilidades para a aprendizagem em conjunto (Costa, 2000; Damiani, 2008; Johnson & Johnson, 1990).

Roldão (2007, p. 27) refere que o trabalho colaborativo se “estrutura essencialmente como um processo de trabalho articulado e pensado em conjunto, que permite alcançar melhor os resultados visados, com base no enriquecimento trazido pela integração dinâmica de vários saberes específicos e de vários processos cognitivos”.

O recurso a uma estratégia de trabalho em grupo nas aulas de ciências pode promover a compreensão do funcionamento da ciência. As estratégias de grupo têm muitas vantagens no ensino: por exemplo, ajudam os alunos a perceber que todos podem contribuir para atingir objetivos comuns e que o progresso não depende do facto de todos possuírem as mesmas capacidades (Costa, 2000; Damiani, 2008; Johnson & Johnson, 1990). Segundo Damiani (2008), o trabalho colaborativo entre os alunos, quando envolve a resolução de problemas, possibilita-lhes estabelecer relações que tendem à não hierarquização, à liderança compartilhada, à confiança mútua e à corresponsabilidade pela condução de ações porque necessitam de partilhar argumentações lógicas expor ideias para trabalhar conjuntamente. A Internet pode facilitar esta aprendizagem colaborativa se o professor criar atividades de modo a que os alunos possam resolver problemas em cooperação e participar em tarefas comuns (Miranda, 2007).

É, também, importante que em contexto de sala de aula se use e se aprenda a utilizar as novas tecnologias pois, cada vez mais, os alunos estão motivados para as tecnologias informáticas. Segundo Scardamalia et al. (2010) é necessário integrar o uso das tecnologias nos contextos de aprendizagem de forma a que os alunos atinjam as competências do século XXI. Por isso, a integração de ferramentas da Web 2.0 pelo professor nas suas aulas é essencial para o desenvolvimento integral da formação dos alunos que se exige hoje, preparado-os para o mercado de trabalho, em constante mudança

e transformação, pelo que devem mostrar competências que não se limitem a áreas nas quais se especializaram, mas que desenvolvam um espírito aberto, flexível e capaz de se adaptar (Carvalho, 2008). Estas ferramentas oferecem muitas possibilidades para uma conceção mais rica, mais profunda e abrangente das atividades de aprendizagem e avaliação (Scardamalia et al., 2010). Segundo os mesmos autores, o aluno do século XXI deve saber seleccionar e usar a ferramenta adequada durante processos de inovação, comunicação, colaboração, resolução de problemas, e cidadania.

A natureza social e de partilha possibilitada pelas ferramentas da Web 2.0 permite novas formas de construir e organizar o conteúdo dentro e fora da sala de aula. Segundo as autoras Branco e Leite (2012) a utilização das ferramentas da Web 2.0 pode conduzir a mudanças significativas nas metodologias de ensino-aprendizagem. As ferramentas Web 2.0 proporcionam novas oportunidades para apoiar um modelo de ensino-aprendizagem multidisciplinar, multicultural e multidimensional no desenvolvimento de competências do século XXI, oferecendo o suporte para a operacionalização de ambientes que permitem o desenvolvimento do conhecimento e o apoio do discurso dos alunos e da avaliação simultânea, integrada e transformadora, permitindo a construção de uma ampla gama de avaliações formativas, de forma a enriquecer o trabalho na sala de aula (Scardamalia et al., 2010). No entanto, os efeitos positivos da integração das tecnologias na sala de aula só se verificam quando os professores acreditam e se empenham na sua aprendizagem e domínio e desenvolvem atividades desafiadoras e criativas, que explorem ao máximo as possibilidades oferecidas pelas tecnologias. Assim, é necessário que os professores usem essas atividades com novos formalismos para tratar e representar a informação, para apoiar os alunos na construção de conhecimento significativo e para o desenvolvimento de atividades inovadoras, integrando criativamente as novas tecnologias no currículo (Miranda, 2007).

A justificação para a introdução da tecnologia, nomeadamente das ferramentas da Web 2.0, no ensino das ciências tem-se centrado numa tentativa de aumentar a relevância e a autenticidade da ciência para os alunos. Há evidências, em diversos estudos recentes, de que quando a tecnologia é inserida de forma adequada, há um aumento da motivação e até melhoria, por alguns alunos, da compreensão dos conteúdos científicos (Sadler & Dawson, 2012).

A resolução de problemas reais com interesse para os alunos, os métodos ativos centrados no aluno e o seu envolvimento na aprendizagem das ciências são aspetos cruciais para o ensino das ciências no século XXI. A educação através de uma abordagem

investigativa em questões de ciência e tecnologia prepara os jovens cidadãos para participar no debate sociocientífico e, assim, contribui para a construção da sociedade cientificamente alfabetizada. Os alunos precisam de compreender o processo e produtos da ciência e da tecnologia e apreciá-los como esforço humano, precisam também de exercitar a tomada de decisões informadas, considerando e equilibrando os factos relevantes, os interesses, os valores, os custos e os benefícios.

Segundo Reis (2013), a aprendizagem baseada em atividades investigativas de assuntos controversos associados às questões da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente é primordial para o desenvolvimento da literacia científica e o envolvimento dos alunos na sociedade como cidadãos ativos, capacitados para serem importantes agentes de mudança, capazes de implementar ações junto da sociedade em que se inserem. Estas são atividades que permitam aos alunos o desenvolvimento da compreensão de aspetos científicos relacionados com o mundo que os rodeia através da utilização de competências de investigação.

2.1.1 Ensino das ciências numa perspetiva IBSE

A ideia para o ensino das ciências segundo a perspetiva *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) surgiu em 1964 com John Dewey, e tem como base a construção de conhecimento a partir de uma aprendizagem centrada no aluno e, nas suas próprias questões sobre determinados temas de forma a promover o espírito crítico e as capacidades de questionamento e investigação que se assumem como pilares nas disciplinas de carácter científico.

IBSE é referido na literatura em educação em ciências, segundo Drayton e Falk (2001), para designar três categorias distintas, mas interligadas:

- a) o que os cientistas fazem: investigar processos e fenómenos, usando métodos científicos, a fim de explicar os aspetos do mundo físico;
- b) como os alunos aprendem: formular questões científicas e elaborar atividades investigativas utilizando os métodos e os processos utilizados pelos cientistas;
- c) uma pedagogia, ou estratégia de ensino, adotada por professores de ciências: conceber atividades de aprendizagem que permitam aos alunos observar, experimentar e rever o que é conhecido à luz de referenciais teóricos e práticos.

Através de um ensino baseado em atividades investigativas são proporcionados aos alunos ambientes que fomentam a reflexão e o pensamento lógico e crítico sobre factos ou evidências, conduzindo à apropriação dos conceitos e fenómenos científicos e a um melhor entendimento do mundo (Bybee, 2000). Este tipo de atividades, de acordo com os princípios epistemológicos do construtivismo, estimula a autonomia e a criatividade do aluno, deixando este de ter um papel passivo no processo de ensino e aprendizagem e assumindo o de principal agente responsável pela sua aprendizagem. A metodologia IBSE implica novas abordagens de ensino-aprendizagem e novas diretrizes curriculares (Rocard, 2007).

Stefanova e Nikolova (2012) enumeraram as seguintes características da metodologia IBSE:

- a) o processo de aprendizagem é impulsionado pelo interesse dos alunos;
- b) o aluno é confrontado com um desafio, que o motiva a participar ativamente no processo de aprendizagem;
- c) o aluno trabalha em equipa num projeto, cujos objetivos os próprios alunos formularam;
- d) o professor orienta os alunos para o objetivo final, interligando as metas pedagógicas, relativas aos conteúdos de aprendizagem, com a construção de competências pelo aluno, que poderão ser reforçadas pelo uso das TIC.

A aprendizagem é um processo (re)construtivo, os alunos constroem o novo conhecimento com base nas estruturas e representações já adquiridas sobre os fenómenos em estudo e devem estar cognitivamente e afetivamente envolvidos no processamento da nova informação (Miranda, 2007). Segundo Brooks e Brooks (1997) cada perceção, expectativa e experiência do aluno é um ponto de partida importante a ser considerado na construção do conhecimento. Na sala de aula, o professor deve valorizar o conhecimento prévio do aluno que, com a sua orientação, desenvolve competências para elaborar pensamentos autónomos e críticos e formular as suas ideias de modo a poder decidir, por si próprio, como agir no mundo que o rodeia.

A NRC (2000) advoga que a ciência é essencialmente um processo em aberto orientado para o *inquiry*, e que o aluno deve ter experiência pessoal de investigação científica para entender o cariz fundamental da ciência. Reconhece, também, que as atividades *inquiry*, fornecem um contexto relevante ao aluno, como a, aquisição, clarificação, explicação e aplicação do conhecimento de fenómenos e conceitos

científicos. Aspira a que o aluno compreenda verdadeiramente o que aprende e não se limite a memorizar conteúdos e informações, ou seja, construa estruturas mentais que representem adequadamente o que aprendeu.

Numa conferência que decorreu em York no Reino Unido em 2010, com o objetivo de debater questões fundamentais relacionadas com a implementação da metodologia IBSE nas escolas, reconheceu-se que o conhecimento do aluno só é verdadeiramente compreendido, em vez de superficialmente conhecido, se for construído pelo aluno através do seu próprio pensamento sobre a sua própria experiência. Na sala de aula, as experiências de construção de conhecimento pelo aluno incluem observação direta e investigação de materiais e fenómenos, consultando fontes de informação diversa, tais como livros, comunicando com especialistas de áreas científicas, acedendo à Internet e discutindo com os outros, partilhando, explicando e defendendo ideias. Estas experiências conduzem ao desenvolvimento e uso de competências de observação, ao levantamento de questões investigativas, e ao planeamento e condução de investigações, revendo argumentos à luz do que já é conhecido, evocando conclusões e comunicando e discutindo resultados.

É importante que o aluno seja envolvido em contextos de aprendizagem desafiadores, capazes de o conduzir à exploração de ideias, de evidências e de argumentos, no sentido de estimular a aprendizagem (Bybee, 2002).

Também para Allende (2008) a metodologia de ensino-aprendizagem IBSE procura despertar os alunos para a natureza da ciência, em ambientes estimulantes e reais. Esta metodologia tem como objetivo envolver os alunos em atividades de natureza investigativa, essenciais para o desenvolvimento de competências de observação, questionamento, resolução de problemas, planificação de investigações, experimentação, análise, discussão e comunicação de resultados e compreensão dos conceitos e fenómenos científicos. Através do pensamento crítico e da reflexão, o aluno é capaz de construir significados que podem ser usados para desenvolver ações democráticas de resolução de problemas que afetam a nossa sociedade (Learning, 2004). Bordenave e Pereira (2005) advogam que esta metodologia contribui para o aumento da capacidade do aluno participar como agente de transformação social, durante o processo de deteção de problemas reais e de procura de soluções originais, aspetos indispensáveis para o exercício de uma cidadania crítica e participativa.

Segundo Nikolova e Stefanova (2012) os pontos cruciais a considerar para a concretização eficaz de uma atividade investigativa baseada na perspectiva IBSE são a seleção do problema e a orientação que os professores facultam ao aluno, de modo que este elabore os conceitos próprios, esclareça dúvidas e ultrapasse dificuldades que vão surgindo durante o processo de investigação. A seleção do problema e a proposta do tema devem ser feitas de forma a estimular os alunos, suscitando o seu interesse, a sua curiosidade e o seu espírito investigativo.

Segundo o relatório da conferência que decorreu em York em 2010, uma abordagem *inquiry* para a educação científica é amplamente defendida como sendo capaz, se bem implementada, de alcançar os seguintes objetivos:

- a) compreensão das ideias científicas fundamentais;
- b) compreensão da natureza da ciência, da investigação científica e do raciocínio científico;
- c) capacidades científicas de recolha e utilização de evidências;
- d) atitudes científicas em relação à ciência;
- e) competências que suportam a aprendizagem ao longo da vida;
- f) capacidade de comunicar usando linguagem e representações apropriadas, incluindo linguagem escrita, oral e matemática, de forma mais satisfatória do que as abordagens tradicionais de ensino.

A metodologia IBSE envolve os alunos no trabalho de uma forma semelhante à do trabalho dos cientistas, incrementando a compreensão e desafiando a recolha e utilização de evidências para testar formas de explicar os fenómenos em estudo. Promove atitudes positivas em relação à ciência, tornando-se real e emocionante. Também inclui a reflexão sobre o que foi aprendido, as novas ideias são desenvolvidas a partir das anteriores e o processo de aprendizagem é explicitado. A prática em sala de aula é semelhante ao processo de investigação científica e de descoberta, que envolve a observação e recolha de dados, a realização de experiências, a formulação de questões e hipóteses e a, argumentação racional em conjunto e sob orientação do professor e com os outros, evidências, aceitando o confronto de ideias e procurando chegar a conclusões (ALLEA, 2014).

Segundo Haury (1993), o uso da IBSE pode ajudar os alunos a tornarem-se mais criativos, com atitudes mais positivas relativamente à ciência e mais independentes, assim como pode melhorar o seu desempenho, promovendo a literacia científica e a

compreensão dos processos da ciência, a aquisição de vocabulário e compreensão de conceitos, o pensamento crítico, o melhor desempenho em exercícios de conhecimento processual e a construção de conhecimento lógico-matemático.

As atividades investigativas, numa perspetiva IBSE, surgem associadas ao modelo de aprendizagem dos 5E, constituído por cinco fases: (i) *engage* (envolver), (ii) *explore* (explorar), (iii) *explain* (explicar), (iv) *extend* (ampliar) e (v) *evaluate* (avaliar) (Bybee et al., 2006). O modelo de aprendizagem dos 5E é uma ampliação do primeiro modelo de atividades investigativas, *Learning Cycle* constituído por três fases: (i) *explore* (explorar), (ii) *invent* (inventar) e (iii) *discover* (descobrir), proposto em 1962 por Atkin e Karplus, para o programa *Science Curriculum Improvement Study* (SCIS).

O modelo dos 5E, representado na figura 2.2, constitui uma importante fonte de orientação para os professores, sendo constituído por uma sequência para desafiar os alunos, confrontando-os com as suas conceções prévias, e para criar oportunidades para que as mesmas sejam reconstruídas, com o objetivo de que ocorra aprendizagem (Bybee, 1997).

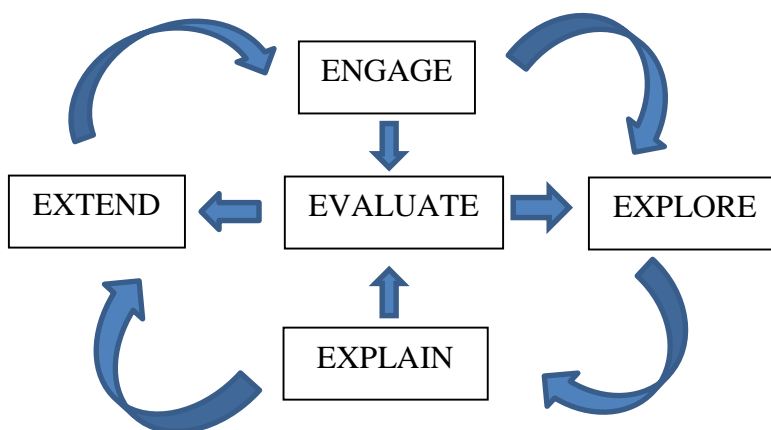


Figura 2.2 Modelo dos 5E (Adaptado de Bybee, 1997)

Bybee (2002), descreve as cinco fases do modelo da seguinte forma:

- i. *Engage* - Motivar os alunos para a atividade.

O professor, primeiramente, identifica as conceções prévias dos alunos e recorre a situações problemáticas, de forma a despertar a curiosidade e conduzir à formação de questões de investigação pelo aluno;

- ii. *Explore* – Permitir que o aluno se envolva na atividade e construa conhecimento com vista a uma mudança concetual.

O professor atua como um facilitador, fornecendo materiais que ajudem o aluno a analisar, questionar e refletir;

- iii. *Explain* - Permitir que o aluno explique as concepções científicas que construiu.

O professor introduz e explora aprofundadamente os conceitos científicos desenvolvendo uma maior compreensão do aluno, o que lhe permitirá explicar com mais facilidade e rigor o que aprendeu;

- iv. *Extend* - Permitir que o aluno aplique o novo conhecimento a novas situações problema, desenvolvendo uma maior compreensão dos conceitos;
- v. *Evaluate* - Permitir que o aluno reflita sobre o seu desempenho, avalie os seus conhecimentos e capacidades.

O professor avalia o progresso do aluno relativamente aos objetivos de aprendizagem estabelecidos. A fase da avaliação está presente ao longo da concretização das cinco fases, pois é fundamental, para a consecução dos objetivos definidos e para a reflexão que professores e alunos vão fazendo sobre as práticas, para a análise das dificuldades e dos resultados.

Outros modelos surgiram por adaptação do modelo dos 5E, de Roger Bybee, aos quais se foram acrescentando E, como, por exemplo, o modelo dos 6E e dos 7E.

A metodologia de ensino IBSE dos 7E, por exemplo, proposta pelo Projeto IRRESISTIBLE (2014) resulta da ampliação do modelo dos 5E (*Engage, Explore, Explain, Extend e Evaluate*) ao qual se acrescentaram os conceitos de (i) *Exchange* e (ii) *Empowerment*, descritos da seguinte forma:

- i. *Exchange* - pretende que os alunos partilhem com a comunidade os resultados das suas investigações, comuniquem o novo conhecimento construído, o que pressupõe o planeamento e conceção de uma exposição interativa dos produtos da investigação desenvolvida de forma a consciencializar e sensibilizar a comunidade, relacionando-se, assim, com a fase seguinte *Empowerment*.
- ii. *Empowerment* - pretende envolver os alunos numa ação coletiva, fundamentada em pesquisa e investigação, tendo em vista a resolução de problemas sociocientíficos relacionados com temas científicos atuais.

A metodologia IBSE, consoante o tipo de orientação fornecida, que deve depender da idade dos alunos, das especificidades da turma, dos objetivos conceituais e das competências que se pretendem alcançar, pode ser aplicada na sala de aula de forma:

- a) estruturada, os alunos determinam o resultado seguindo orientações;
- b) guiada, os alunos determinam o processo e o resultado;
- c) aberta, os alunos determinam o problema, a investigação, o processo e o resultado.

A *Global Network of Science Academies IAP*, ao longo dos últimos cinco anos de atividade, entre o ano de 2005 e o ano de 2010, elaborou uma lista de técnicas de sala de aula para os professores poderem implementar a metodologia IBSE de forma a capacitar os alunos a aprender através do *inquiry*:

- i. fazer perguntas que exijam raciocínio, explicações e reflexões, e mostrar interesse pelas respostas dos alunos;
- ii. oferecer oportunidades para que os alunos encontrem materiais e fenómenos para explorar ou investigar;
- iii. organizar discussões de procedimentos e resultados, bem como investigações práticas em pequenos grupos;
- iv. incentivar, por meio de exemplo, a tolerância, o respeito mútuo e a objetividade, a discussão em pequeno grupo e a toda a turma;
- v. proporcionar o acesso a procedimentos e ideias alternativas por meio da discussão, referência a recursos tais como livros, internet e outras fontes de consulta;
- vi. definir tarefas desafiadoras e proporcionar apoio (andaimes) para que os alunos possam operacionalizar, experimentar num nível mais avançado;
- vii. incentivar os alunos, por meio de observação e questionamento, a verificar se as suas ideias são coerentes com as evidências disponíveis na literatura;
- viii. ajudar os alunos a registar as suas observações e outras informações de forma a apoiar um trabalho sistemático e revisão, incluindo o uso de representações convencionais e vocabulário apropriado;
- ix. incentivar a reflexão crítica sobre a forma como eles aprenderam e como essa aprendizagem pode ser aplicada na aprendizagem futura.

Segundo a *Focus on Inquiry* (2004), uma abordagem sistemática da metodologia IBSE na sala de aula, garante ao aluno a oportunidade de se envolver na investigação, aprender um processo investigativo e entender que esse processo de investigação, em geral, pode ser transferido para outras situações. Orienta o aluno na utilização de uma abordagem analítica que inclui todas as fases do processo de investigação. Sem se envolverem num processo de investigação, os alunos desenvolvem muitas vezes uma visão muito estreita e limitada da investigação e da própria ciência. Os alunos podem pensar que a investigação é a descoberta e a resposta às questões para satisfação do professor, em vez de compreender o *inquiry* como um processo intrincado com algo, que gera questões próprias e utiliza a informação para satisfazer os próprios interesses e desenvolver o próprio conhecimento (*Focus on Inquiry*, 2004).

As salas de aulas onde os professores enfatizam a aprendizagem IBSE devem apresentar características particulares. Segundo Drayton e Falk (2001), as salas de aula devem:

- a) a investigação é feita num contexto real, são investigados problemas autênticos dentro do contexto curricular e/ou comunidade;
- b) o questionamento capitaliza a curiosidade dos alunos;
- c) dados e informações são usados ativamente, interpretados, aperfeiçoados, assimilados e discutidos;
- d) professores e alunos colaboram;
- e) comunidade e sociedade estão relacionadas com a investigação;
- f) o modelo de professor, comportamento de questionador;
- g) alunos apropriam-se da sua aprendizagem;
- h) o professor facilita o processo de recolha e apresentação de informação;
- i) professores e alunos utilizam a tecnologia, TIC;
- j) professor abraça o *inquiry* como o conteúdo e a pedagogia;
- k) professor e alunos interagem com mais frequência e mais ativamente do que durante o ensino tradicional.

Assim, cabe ao professor conceber situações de aprendizagem que envolvam os alunos em atividades investigativas que capacitem os alunos como construtores críticos de conhecimento (e não simples consumidores) e como parceiros responsáveis em processos de investigação e inovação.

Projetos IBSE financiados pela Comissão Europeia

Documentos recentes (Osborne e Dillon 2008; Rocard et al., 2007; Sjøberg & Scheiner, 2010) revelam um crescente desinteresse dos estudantes europeus pela aprendizagem nas áreas das ciências. O fator identificado como responsável por este desinteresse relaciona-se com o método de ensino-aprendizagem utilizado nas escolas (Rocard et al., 2007), preconizando preocupações e debates, a nível europeu, sobre a qualidade do ensino das ciências.

Segundo o relatório ALLEA (2012), a alfabetização em ciência e tecnologia será um dos fatores determinante para o sucesso socioeconómico das sociedades europeias. A alfabetização por si só, no sentido restrito do domínio de algumas aptidões básicas, não será suficiente; serão necessárias aptidões para, racionalmente, desafiar o conhecimento existente, e para, corajosamente, as sociedades se moverem além do conhecido na procura de novas soluções. A visão mais recente da “Europa 2020” enfatiza a inovação e a aprendizagem ao longo da vida, exigindo uma transformação da educação científica. O sucesso socioeconómico das sociedades, subjacente à visão da “Europa 2020”, depende essencialmente da capacidade dos cidadãos questionarem as soluções existentes e de forma criativa avançando no sentido de adotar inovações sociais e científicas. Neste contexto, é fundamental reconhecer que o processo de ensino-aprendizagem deve promover criatividade entre os alunos, pensamento e questionamento crítico e argumentação analítica, questões centrais da metodologia IBSE. O IBSE pode servir como uma ferramenta cultural para configurar mecanismos de construção de opiniões viáveis em torno de grandes opções críticas com suporte em mecanismos de debate público baseado em evidências. Uma educação baseada no IBSE apela à natural curiosidade dos alunos, à preparação antecipada para o benefício pessoal dos cidadãos do futuro e, por extensão, ao bem da sociedade (ALLEA, 2012).

Trna, Trnova e Sibor (2012), advogam ser necessário olhar para os métodos de ensino-aprendizagem inovadores que conduzem a uma maior motivação dos estudantes para o estudo das ciências e para uma educação em ciências mais eficaz. Preconizam um ensino que prepare cidadãos cientificamente alfabetizados, capazes de usar abordagens científicas para analisar e resolver problemas, que planeiem investigação e que fundamentem os julgamentos com evidências, em vez de, recorrerem a pressupostos e preconceitos.

A sociedade quer escolas capazes de desenvolver nos jovens competências como a criatividade, a curiosidade, a capacidade de gerir mudanças e de criar aprendizagem ao

longo da vida. Além disso, é necessário motivar os alunos de forma a suscitar-lhes interesse pela ciência: o que exige mudanças na educação científica. É necessário rever o conteúdo da ciência e aplicar métodos de ensino-aprendizagem apropriados. Tais métodos de ensino-aprendizagem incluem o IBSE, uma abordagem de ensino centrada no aluno, que integra teoria e prática e desenvolve conhecimentos e competências para a solução de um problema definido, em que o aluno resolve o problema, realiza autoaprendizagem e trabalha em equipa (Trna Trnova & Sibor, 2012).

Nos últimos anos, temos assistido a um crescente apelo para que as atividades investigativas desempenhem um papel importante no ensino das ciências de forma a responder às preocupações da Comunidade Europeia, tal como definido no relatório *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future Europe* (Rocard, 2007). Há diversos projetos de educação a decorrer no âmbito do sétimo programa da União Europeia (FP7) e pretende-se que este apoio continue através do próximo oitavo programa (FP8), assim como, com o projeto *Science and Society*. O programa *Lifelong Learning Program* também financia e continuará a apoiar as atividades de educação pela ciência. Alguns destes projetos, listados no quadro 2.1, decorreram, ou ainda decorrem, em Portugal de forma a promover:

- a) técnicas de ensino baseadas na investigação;
- b) ações destinadas a ajudar os professores a apresentar a ciência de uma forma motivadora e relevante aos alunos;
- c) ações que estimulem a aprendizagem baseada em investigação entre os alunos.

Quadro 2. 1 *Projetos financiados pela Comissão Europeia*

Projeto IBSE	Duração	Objetivo
PARSEL	2005-2009	Pretende elevar a popularidade e relevância do ensino das ciências, aos olhos dos alunos, mas ao mesmo tempo garantir uma sólida aprendizagem em direção à alfabetização científica, através da criação de módulos científicos inovadores. Para além de desenvolver competências cognitivas complexas, é também objetivo do projeto desenvolver competências sociais, comunicação e de atitudes, entre outras.
Primas	2010-2012	Pretende projetar, implementar e testar um processo de ensino baseado na investigação e métodos de aprendizagem em ciência e matemática, a nível europeu.
Fibonacci	2010-2012	Promover uma utilização mais generalizada da aprendizagem baseada em investigação em matemática e ciências, tanto no ensino primário como no secundário, a nível europeu.
ESTABLISH	2010-2013	Facilitar e implementar uma abordagem baseada na investigação no ensino e na aprendizagem da ciência e tecnologia na Europa.
PROFILES	2010-2014	Investir na formação contínua de professores na promoção de abordagens com base no IBSE.
Pathway	2011-2013	Apoiar a adoção do ensino por <i>inquiry</i> e mostrar formas de reduzir as restrições apresentadas por professores e escolas.
INQUIRE	2011-2013	Professores e educadores irão desenvolver atividades e materiais, com base nos métodos de aprendizagem ativa IBSE, de forma a serem utilizados nas salas de aula ou nas instituições LOtC.
SAILS	2012-2015	Apoiar os professores na adoção de uma educação científica baseada em <i>inquiry</i> , em alunos com idades entre os 12 e 18 anos, em toda a Europa. Desenvolver estratégias e enquadramento adequado para a avaliação das aptidões e competências IBSE e preparar professores, não apenas para serem capazes de ensinar através de IBSE mas também estarem confiantes na avaliação das aprendizagens dos alunos.
PARRISE	2014-2016	Visa introduzir o conceito de investigação e inovação responsáveis no ensino, através da combinação de aprendizagem baseada na investigação e educação para a cidadania com as questões sociocientíficas na educação científica SSIBL. Recolher e partilhar as melhores práticas existentes em toda a Europa, desenvolver ferramentas de aprendizagem e materiais. Promover cursos de formação para professores de ciências com base na metodologia SSIBL.
IRRESISTIBLE	2014-2016	Pretende que alunos e professores se tornem conscientes da necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade em prol de uma investigação e inovação que sejam, de facto, responsáveis. Produzir módulos de tarefas fazendo uso do método IBSE dos 7E, com recurso a aplicações da Web 2.0 sobre as áreas científicas de ponta e numa perspetiva de investigação e inovação responsáveis.

Todos estes projetos têm como objetivo tornar as aulas de ciências e a ciência, propriamente dita, mais relevante para os alunos, no sentido de compreenderem a importância da ciência na vida quotidiana. Permitem um aumento da literacia científica, uma maior motivação e envolvimento dos alunos para a aprendizagem e uma participação

mais ativa na sociedade. Por outro lado, estes projetos têm um impacto muito positivo no desenvolvimento profissional dos professores, favorecido por contextos colaborativos onde o professor tem oportunidade de interagir com outros, refletir sobre a sua prática, confrontar as suas experiências e recolher informações relevantes ao seu desenvolvimento profissional (Freire et al., 2011; Galvão et al., 2011; Reis, 2014).

Alguns destes projetos têm como propósito a ampliação dos ambientes de aprendizagem tradicionais do ensino das ciências em direção a contextos informais, e usar esses ambientes como locais de educação científica, além da reflexão sobre as práticas de ensino-aprendizagem centradas na metodologia IBSE em contextos formais e informais.

A educação científica baseada na investigação, IBSE, está a tornar-se cada vez mais comum ao nível europeu e tem provado tratar-se de um método pedagógico adequado para o desenvolvimento de conhecimentos e competências necessárias à sociedade atual. Verifica-se que, aumenta, de forma significativa, o interesse dos alunos para estudar ciências e para participar ativamente na sociedade, estimulando também a motivação dos professores. O ensino das ciências baseado na investigação envolve os alunos de forma mais produtiva na promoção de aprendizagens significativas, dando oportunidade aos alunos de apreciarem a ciência (Trna, Trnova & Sibor, 2012).

O relatório ALLEA (2012), fundamentado em investigações realizadas na Europa, entre os anos de 2010 e 2011, que identificam o impacto de projetos-piloto do ensino das ciências com recurso ao IBSE através de questionários, entrevistas e relatos orais realizados a professores e alunos, revelam o resultado dessas investigações, mostrando que métodos de ensino-aprendizagem baseados no IBSE fortalecem a criatividade e o questionamento crítico dos alunos. As abordagens de ensino-aprendizagem baseadas em investigações são benéficas para o desenvolvimento cognitivo e linguístico dos alunos. O trabalho em pequenos grupos, onde os alunos aprendem a cooperar com os seus pares de forma construtiva, também revelou ser bastante profícuo, tornando-se, imprescindível o seu incentivo nas práticas de sala de aula. Ainda segundo resultados apresentados pelo mesmo relatório, em ambientes menos homogêneos, as metodologias de ensino-aprendizagem baseadas em IBSE e abordagens mais tradicionais podem ser combinadas na sala de aula para adequar diferentes estratégias, mentalidades e faixas etárias. Se, por um lado o IBSE é compatível com a ambição de promover a excelência, por outro lado é também apropriado para ser utilizado com os alunos mais fracos. Esta metodologia não melhora diferenças de género nas práticas de aprendizagem, mas é capaz de criar nas

aulas de ciências o mesmo nível de realização tanto para rapazes como para raparigas. As ligações entre as atividades relacionadas com a ciência e os problemas da vida diária também podem contribuir para melhorar o desempenho dos alunos nas aulas de ciências, uma vez que despertam a motivação intrínseca dos alunos. A investigação demonstrou que a aprendizagem baseada em IBSE de questões do quotidiano tem significativas vantagens para os resultados de aprendizagem e motivação dos alunos. O ambiente de sala de aula melhora e é gratificante como método pedagógico para o professor.

O ensino-aprendizagem baseado em IBSE provou a sua eficácia, tanto a nível do ensino básico como do ensino secundário, uma vez que aumentou os níveis de interesse e realização dos alunos e, ao mesmo tempo estimulou a motivação do professor. A metodologia IBSE provou ser eficaz com todos os tipos de alunos, desde o mais fraco ao mais apto, e promotora do interesse e participação das raparigas nas atividades científicas.

O relatório ALLEA (2012), fornece uma visão sobre as intenções e ações das academias nacionais de ciências na Europa de forma a contribuir para a reforma e revitalização do ensino das ciências. As academias nacionais de ciências na Europa procuram estimular e impulsionar debates e ações sobre a reforma da educação em ciência, bem como sobre as suas próprias atividades o que inclui o papel e a responsabilidade de conduzir os cientistas no apoio aos professores, fornecendo modelos e estimulando-os a incutir nos respetivos alunos uma paixão pelas ciências e tecnologias. O IBSE pode incrementar o avanço científico e a alfabetização dos cidadãos e aumentar o interesse das crianças pelas ciências, aumentando o número de estudantes de ciências e tecnologias.

O resultado obtido num outro estudo que pretendia investigar os efeitos dos métodos de ensino-aprendizagem tradicional e baseado em IBSE, corrobora o exposto anteriormente. Este estudo revelou uma diferença significativa no desempenho dos alunos, tendo-se verificado que os melhores sucedidos foram os que tinham sido instruídos de acordo com o ciclo de aprendizagem 5E, metodologia IBSE (Abdi, 2014).

O relatório ALLEA (2012), expõe, também, recomendações para se alcançar uma melhor interação entre os líderes da comunidade científica, representados pelas academias nacionais de ciências europeias, os líderes políticos, a sociedade e as empresas, a fim de se refletir em conjunto e agir sobre o rejuvenescimento da educação científica em toda a Europa. O objetivo de promover esta interação será combinar recursos

intelectuais, políticos e financeiros para enfatizar a educação científica no âmbito das políticas europeias, considerando os meios disponíveis e permitindo a implementação local das soluções institucionais mais adequadas. Este documento enfatiza, ainda, a necessidade de ampliar o ensino das ciências baseado em IBSE, a qualidade da formação dos professores de ciências e recomenda melhores interações entre as comunidades educativas, científicas e empresariais ao nível nacional, a fim de aumentar a sensibilização dos intervenientes políticos no que diz respeito à questão da educação científica.

2.2 As TIC e o Ensino das Ciências: Ferramentas da Web 2.0

A aprendizagem adquirida nas escolas representa, hoje em dia, uma pequena porção da aprendizagem que se adquire no dia-a-dia. O aparecimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC) e as potencialidades de interação através da Internet pressupõem um cenário crescente de oportunidades de autoeducação e de educação à distância, não só na idade escolar mas ao longo de toda a vida. A disseminação do acesso à Internet, o volume de informação disponível, a riqueza de aplicações disponíveis e a facilidade de publicação e partilha, permite as mais variadas ações pelos alunos, abrindo novas perspetivas para a educação em ciência.

É neste contexto que se coloca a questão das TIC como ferramentas para a promoção de aprendizagens que os futuros cidadãos necessitam para responder aos desafios do século XXI (Figueiredo, 2000). O mesmo autor refere que na maioria das salas de aula o que se verifica é o recurso a tecnologias, inquestionavelmente novas, mas metodologias de ensino-aprendizagem ultrapassadas, em que se promove a distribuição de conteúdo educativo através da internet e da Web. Insiste-se em não reconhecer que os conteúdos só fazem sentido se explorados em contextos de interação e atividades criteriosamente concebidas. As TIC têm, sem dúvida, um papel relevante a desempenhar no processo de ensino-aprendizagem se forem criadas condições que lhes permitam cumprir esse papel. Está provado que o simples acesso às TIC não garante que estas sejam utilizadas nem que a sua utilização seja conveniente. O maior desafio da incorporação das TIC em sala de aula é o de formar comunidades onde a aprendizagem individual e coletiva se constrói e onde os alunos assumem a responsabilidade, não só pela construção dos seus próprios saberes, mas também pela construção de espaços onde a aprendizagem coletiva ocorre (Figueiredo, 2000).

Segundo Nova e Alves (2003), há, então, a necessidade de uma reflexão voltada para a compreensão integrada dos conceitos de educação e tecnologia, de modo a sustentar a introdução de estratégias pedagógicas que permitam explorar o potencial das novas tecnologias na construção, pelos alunos, do seu próprio conhecimento. Tal desafio coloca os professores numa posição importante do processo, levando-os a um compromisso maior com a prática pedagógica e a uma maior reflexão sobre as suas próprias práticas.

A integração das TIC nas escolas e no currículo constitui um meio para ensinar e aprender ciência e poderá modernizar o processo de ensino-aprendizagem das ciências. As TIC nas escolas devem ser inseridas, não apenas como ferramentas, mas também como um meio para inovar os métodos de ensino e aprendizagem (Ramos, 2007). De acordo com Osborne e Hannessy (2003), as TIC são facilitadoras do acesso à informação e a recursos que, quando utilizados, implicam o desenvolvimento de capacidades de avaliação, de interpretação e de reflexão crítica. Os mesmos autores consideram que as TIC, quando utilizadas de forma apropriada, apresentam potencial de transformação na educação em ciência e na aprendizagem dos alunos.

Segundo a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) do ensino das ciências, é colocada a ênfase num ensino baseado na aquisição de competências relativas à resolução de problemas, à discussão de diferentes pontos de vista, à análise crítica de argumentos, à discussão dos limites de validade das conclusões enunciadas e à formulação de novas questões e problemáticas (Martins, 2002). O uso da tecnologia dentro da sala de aula pode fornecer ferramentas e potenciar estratégias importantes para atingir essas competências (Lokken, Cheek & Hastings, 2003). Sadler e Dawson (2012), referem que, em diversos estudos recentes, quando a tecnologia é inserida de forma adequada, há um aumento da motivação e até melhoria da compreensão do conteúdo científico por alguns alunos. Jones (2012) também alia a perspectiva CTS à aplicações tecnológicas, no sentido de que estas podem melhorar a aprendizagem de conceitos científicos e aumentar a motivação e o interesse dos alunos. Este autor defende que, o potencial da tecnologia pode fazer a diferença no processo de ensino e aprendizagem das ciências.

Luehmann e Frink (2012) advogam que as suas investigações e outras investigações recentes fornecem evidências de que as ferramentas da Web 2.0 já estão a possibilitar a mudança no ensino das ciências. Os referidos autores sugerem que, em

futuras investigações, se continue a potenciar estratégias de inclusão destas ferramentas no processo de ensino-aprendizagem das ciências:

- i. A investigação deve centrar-se na interseção das metas científicas e das práticas apropriadas de construção de significado pelas tecnologias mais recentes;
- ii. Ferramentas específicas da Web 2.0 para a educação em ciências deverão ser identificadas e analisadas por meio de casos de implementação real;
- iii. Áreas de investigação potencial: participação *online*, ao longo do tempo; exploração das interações entre práticas de sala de aula e práticas *online*.

Atendendo a que o professor desempenha um papel essencial na introdução das TIC nas escolas, espera-se que apresente uma atitude baseada numa epistemologia aberta e construtivista, promotora do desenvolvimento de novas metodologias de ensino e aprendizagem com recurso às TIC (Ramos, 2007). Segundo Muñoz (2008), o desenvolvimento profissional dos professores do século XXI passa pelo domínio de várias competências tecnológicas, tais como:

- a) reconhecer as possibilidades das TIC na melhoria da prática letiva;
- b) integrar as TIC na planificação e desenvolvimento curricular, visando a aquisição das competências necessárias aos alunos;
- c) saber construir e utilizar materiais didáticos com recurso às TIC;
- d) promover junto dos alunos a utilização das TIC com fim a aprendizagens significativas;
- e) ser crítico e ter uma atitude construtivista em relação às TIC.

As TIC podem apoiar a aprendizagem significativa em ciências de forma a preparar cidadãos aptos a responder aos desafios científicos do século XXI. O uso destas tecnologias em ciências tem algumas vantagens, como tornar o ensino mais interessante, autêntico e relevante, aumentando o tempo dedicado à observação, discussão e análise e proporcionando mais oportunidades de implementação de situações de comunicação e colaborativas em apoio às aprendizagens curriculares (Santos, 2007).

Com o aparecimento da *World Wide Web* (WWW) a forma como se acede à informação, como se pesquisa, como se preparam as aulas e como se comunica com os outros alterou-se (Carvalho, 2008). A Internet possibilita a exploração de um elevado número de conteúdos interessantes e criativos para ensinar e para aprender. Permite obter

informação atualizada e divulgar descobertas ou estudos recentes, que até há alguns anos eram apenas divulgadas em revistas científicas ou de especialidade, facilita a comunicação e partilha de informação com outros professores, alunos e cientistas. Mas, se o aluno não tem um objetivo nessa navegação, é muito provável que se perca mantendo-se ocupado por um longo período de tempo, porém com poucos resultados em termos de compreensão e de transformação dos conteúdos visitados, o que, além de conduzir a um sentimento de frustração, é um factor de desmotivação, implicando por parte do professor um trabalho específico de planificação, organização e operacionalização no que respeita à orientação a prestarem aos alunos (Dias & Chagas, 2012).

Scardamalia et al. (2010), advogam que os ambientes de aprendizagem e avaliação apoiados pela tecnologia permitem:

- a) apresentar ambientes ricos, dinâmicos e autênticos;
- b) apoiar o acesso a fontes de informação e conhecimento;
- c) apoiar formal e informalmente formas de colaboração e redes sociais;
- d) observar e manipular fenómenos difíceis ou impossíveis de observar e manipular em sala de aula;
- e) apresentar representações temporais, causais, relações dinâmicas em ação;
- f) permitir múltiplas representações de estímulos e interações simultaneamente, por exemplo, dados gerados durante um processo;
- g) permitir sobreposições de representações;
- h) permitir aos alunos o acesso a manipulações, investigações, ensaios;
- i) permitir ao aluno controlar o ritmo, repetição, revisão;
- j) fazer os alunos pensar e raciocinar sobre os processos vistos;
- k) capturar respostas dos alunos durante as atividades, por exemplo de pesquisa, resolução de problemas;
- l) permitir o uso de uma série de ferramentas.

Segundo Carvalho (2008), a Web 1.0 começou por ser, sobretudo, texto com hiperligações, a que se vieram associar imagens, sons e vídeos, que podia ser acedida mas não podia ser alterada ou reeditada pelo utilizador. Com o aparecimento das funcionalidades da Web 2.0, a facilidade de publicação *online* e a facilidade de interação entre os cibernautas torna-se uma realidade. A Web 2.0 permitiu a produção de conteúdos e de documentos e a publicação automática por parte dos utilizadores (Coutinho & Júnior,

2007). Os utilizadores “consumidores passivos” da Web1.0 convertem-se em usuários ou “criadores ativos” de informação que é amplamente acessível por outros na Web 2.0 (Carvalho, 2008; Scardamalia et al., 2010).

Também segundo Luehmann e Frink (2012), as novas ferramentas tecnológicas da Web 2.0 representadas na tabela da figura (2.3) permitem a fácil visualização e criação de conteúdo, juntamente com a capacidade de partilhar, editar, comentar e conectar o conteúdo criado com os outros.

Web 2.0 Technology	Related practices
Publishing and commenting	User-centric organizing of content and tools
a) Blogging	a) Employing Really Simple Syndication (RSS)
b) Pod/vodcasting	b) Building mashup applications
c) Micro-blogging	c) Creating compound documents
d) Streaming Media	
e) Audio/vídeo commenting	
Socially constructing and categorizing content	Communicating in real-time
a) Co-constructing wikis	a) Text-based instant messaging
b) Sharing documents	b) Audio/video instant-messaging
c) Video/photo sharing	c) Document and application sharing
d) Creating media mashups	
Connecting to people and information	Interacting in complex interactive environments
a) Social networking	a) Gaming
b) Social bookmarking/folksonomy/tagging	b) Participating in simulations
	c) Engaging in multiuser virtual environments

Figura 2.3 Exemplos de ferramentas da Web 2.0 e práticas associadas (Luehmann & Frink, 2012, p. 825)

Carvalho (2008) advoga que a Web 2.0 prima pela facilidade na publicação e rapidez no armazenamento de textos e arquivos, tornando a Web um ambiente social e acessível a todos os utilizadores, um espaço onde o utilizador pode seleccionar e controlar a informação de acordo com as suas necessidades e interesses, além de uma natureza de partilha, coautoria e interatividade. Coutinho e Júnior (2008) enumeram algumas ferramentas disponíveis na Web, onde usam o paradigma da Web 2.0:

- a) *Softwares* que permitem a criação de uma rede social: *Blogs, Hi5, Facebook, Messenger*;
- b) Ferramentas de escrita colaborativa: *Blogs, wikis, Podcast, Google Docs*;

- c) Ferramentas de comunicação *online*: *SKYPE*, *Messenger*, *Voip*;
- d) Ferramentas de acesso a vídeos: *YouTube*, *GoogleVideo*, *YahooVideos*;
- e) Ferramentas de *Social Bookmarking*: *Del.icio.us*.

As aplicações da Web 2.0, baseadas em ferramentas interativas e fáceis de utilizar pedagogicamente, tanto pelos alunos como pelos professores, podem simplificar e estimular o processo de interação e as aprendizagens. Quando utilizadas de forma relevante, em contexto de sala de aula, professores e alunos, podem tirar partido destas ferramentas.

Assim, a integração de ferramentas da Web 2.0 pelo professor, nas suas aulas, é essencial para o desenvolvimento integral da formação que se exige atualmente aos alunos, preparado-os para o mercado de trabalho, em constante mudança e transformação. Deste modo, os alunos devem mostrar competências que não se limitem a áreas nas quais se especializaram, mas desenvolver um espírito aberto, flexível e capaz de se adaptar.

Segundo Solomon e Schrum (2007) e Carvalho (2008), as ferramentas da Web 2.0 também proporcionam vantagens essenciais, à aprendizagem das ciências, uma vez que oferecem facilidade de comunicação e vantagem no trabalho colaborativo: partilha e troca de experiências, facilidade no trabalho de investigação científica, acesso rápido a informação, contribui para o aumento da literacia científica e espírito de equipa, desenvolve o espírito crítico e a criatividade. Podem ter um efeito profundo na aprendizagem causando uma transformação na forma de pensar (Solomon & Schrum, 2007).

O'Reilly (2005) considera que as principais características da Web 2.0 podem ser sistematizadas do seguinte modo:

- a) *interfaces* ricas e fáceis de usar;
- b) o sucesso da ferramenta depende do número de utilizadores, pois são estes que ajudam a melhorar o sistema;
- c) gratuidade na maioria das ferramentas disponibilizadas;
- d) maior facilidade de armazenamento de dados e criação de páginas *online*;
- e) vários utilizadores podem aceder a uma mesma página e editar as informações;
- f) as informações mudam quase instantaneamente;

- g) os softwares funcionam basicamente *online* ou podem utilizar sistemas *offline* com opção para exportar informações de forma rápida e fácil para a Web;
- h) as ferramentas passaram a ser atualizadas e corrigidas instantaneamente;
- i) a grande maioria das ferramentas da Web 2.0 permite a criação de comunidades de pessoas interessadas num determinado assunto;
- j) a atualização da informação é feita colaborativamente.

Segundo Luehmann e Frink (2012), uma nova estrutura teórica está a emergir para explorar as oportunidades de comunicação realizadas através destas ferramentas emergentes e para avaliar o impacto dessas ferramentas socialmente, a nova literacia para os media (NML). NML redefine a alfabetização não apenas como a leitura e a escrita, mas sim como o processo e a prática da construção de significado dentro das redes sociais. O foco para esta estrutura teórica, NML, é baseado na colaboração, no conhecimento individual ou partilhado, na autoridade distribuída e coletiva (Luehmann & Frink, 2012), é considerada como um catalisador crítico que liga as oportunidades de aprendizagem e o uso específico de uma determinada ferramenta (Luehmann e Frink, 2012).

Segundo os referidos autores, há paralelismos interessantes entre NML e uma visão baseada na reforma da educação em ciência. A tabela da figura 2.4 representa os objetivos essenciais da reforma na ciência em combinação com elementos críticos da NML.

Reform-based science goals	NML affordances
Engaging students in: <ul style="list-style-type: none"> • Collaborative investigations over time • Productive public communication of ideas and work 	Prioritizes: <ul style="list-style-type: none"> • Participation in developing global community • Collaboration • Distributed knowledge
Enabling students to: <ul style="list-style-type: none"> • Provide evidence-based argumentation and explanations • Analyze and synthesize data and defending conclusions 	NML are: <ul style="list-style-type: none"> • Openly authored, placing the requirement for evidence on the author • Situated practices in both the type of technology and the way it is used • Transactional processes that invite experimentation and pushing boundaries • Multiple, multimodal, and multifaceted
Students develop: <ul style="list-style-type: none"> • Understanding, abilities, and values of inquiry • Knowledge of science content 	Requires: <ul style="list-style-type: none"> • New social practices, skills, strategies, and dispositions for their effective use

Figura 2.4 Paralelismo entre metas de educação científica e NML (Luehmann & Frink, 2012, p. 826)

Os paralelismos em destaque na tabela sugerem um envolvimento cuidadosamente planejado na sala de aula com as ferramentas da Web 2.0, que possibilita alcançar os conhecimentos científicos e competências necessárias e fornecer aos professores e alunos estruturas de participação e interação inovadoras, incomuns no âmbito dos processos de ensino-aprendizagem tradicionais. Investigar NML requer, segundo os mesmos autores, reexaminar os métodos de investigação típicos e projetos de forma a aplicar as implicações únicas das ferramentas da Web 2.0 em contextos reais de ensino-aprendizagem.

O processo de ensino-aprendizagem inovador precisa contemplar a instrumentalização dos diversos recursos disponíveis, em especial os computadores, a rede de informação e as novas tecnologias, nomeadamente as ferramentas da Web 2.0. As facilidades técnicas oferecidas pela utilização de computadores e pelas novas tecnologias possibilitam a exploração de um leque ilimitado de ações pedagógicas, permitindo uma vasta diversidade de atividades que professores e alunos podem realizar em parceria (Santos & Lopes, 2011). A integração inovadora das tecnologias exige um esforço de reflexão e de modificação das concepções e práticas de ensino, por parte dos professores (Miranda, 2007). Estes desempenham um papel muito importante em qualquer inovação e mudança educativa, uma vez que a mesma deve surgir posteriormente a uma reflexão acerca dos fatores que contribuem para que as TIC melhorem o processo de ensino-aprendizagem (Coutinho, 2009).

Segundo Scardamalia et al. (2010), através da planificação, do planeamento que visa a integração de ambientes de discurso, do recurso ao conhecimento *online* e das avaliações formativa e sumativa, podemos entender onde e como a aprendizagem pode ocorrer e avaliar a mesma, de forma a incentivar os alunos a procurar novas oportunidades de aprendizagem. O rastreio da semântica dos discursos dos alunos, do material curricular disponível *online*, dos itens dos testes e dos textos de especialistas da área científica, permite mapear um discurso e acompanhar o crescimento e o desenvolvimento do conhecimento. Efetivamente, na elaboração de projetos de ambientes de ensino-aprendizagem, é possível prever como o conhecimento se adquire e é possível prever o desenvolvimento da comunicação, da colaboração (trabalho em equipa), da literacia científica, do pensamento crítico e da literacia digital, em paralelismo.

As TIC podem inovar a escola mas esta dificilmente poderá incorporar as TIC se não se abrir à inovação (Paiva, 2007). A escola do futuro exige, acima de tudo,

permanente intencionalidade estratégica e capacidade para imaginar um futuro tornado possível pelos progressos tecnológicos.

Na conferência que decorreu em York (Reino Unido), em 2010, onde se debateram questões fundamentais relacionadas com a implementação da metodologia IBSE nas escolas, reconheceu-se que o uso da tecnologia mudou drasticamente a maneira através da qual os alunos podem capturar evidências, encontrar informações e apresentar resultados, aceder às coleções de museu na sala de aula, por exemplo, recolher o maior número de dados ao longo de um certo tempo, através de dispositivos automatizados, oportunidades de comunicação e partilha de dados com outros estudantes, professores e cientistas de todo o mundo. Tudo isto pode acontecer em qualquer aula de ciências. Mas a questão fulcral é saber se essas tecnologias podem ou não melhorar e potenciar as aprendizagens através da metodologia IBSE. Não há dúvida que as TIC podem enriquecer a experiência dos alunos, mas o que importa na aprendizagem é o sentido que os alunos dão a essas experiências, se eles estabelecem ou não ligações eficazes entre as novas informações e as ideias pré-concebidas e/ou se as novas informações são usadas em diferentes situações. É importante ter a noção que as simulações computacionais, por exemplo, podem ser úteis em relação a processos ou eventos perigosos ou de difícil acesso, mas nunca podem substituir a atividade de laboratório real e o trabalho de campo. A observação direta dos objetos e processos no mundo natural é um aspeto essencial para a compreensão dos processos e fenómenos científicos e, portanto, da própria ciência. A comunicação escrita através de computadores ou telemóveis não pode substituir a partilha de experiências e ideias, em tempo real através de conversa, discussão e argumentação. O imediatismo da conversa tem um papel diferente na aprendizagem e na comunicação assíncrona através de computador.

Assim, além de usar as TIC para melhorar as medições, observações e ampliar o acesso a outras informações, o seu papel no apoio à aprendizagem através de atividades investigativas, IBSE, tem de ser desenvolvido.

Há várias ferramentas da Web 2.0 que podem ser usadas em cada uma das fases do IBSE, de forma a apoiar as aprendizagens significativas dos alunos, por exemplo, na construção de:

- a) mapas de conceitos: *Popplet*, *Spicy-nodes*, *CMapTools*;
- b) nuvens de palavras: *Wordle*;
- c) mural digital: *Padlet*;

- d) simulações: *Phet, Virtual Labs, The Science of Addiction*;
- e) bases de dados: IPMA, NASA, PORDATA;
- f) bancos de multimédia: NASA; troca de ideias: *Scopia, Skype*;
- g) entrevistas e questionários *online*: *Google*;
- h) edição de vídeos: *Windows Moviemaker*;
- i) linhas de tempo: *Dipity*;
- j) construção de avatares com voz: *Voky*;
- k) grupos de discussão: *Google*;
- l) ebooks: *Issuu, Papyrus, ibook author*;
- m) posters e cartazes interativos: *Glogster*;
- n) bandas desenhadas: *Pixton*;
- o) podcasts: *Audacity*;
- p) blogue: *wordpress, webnode, wikispaces*;
- q) *WebQuest, Google Earth*, entre outras (Projeto IRRESISTIBLE, 2014)

A escola do futuro exige, acima de tudo, permanente intencionalidade estratégica e capacidade para imaginar num futuro tornado possível pelos progressos tecnológicos. Um futuro modelado pela mudança dos estilos de vida e das formas de trabalhar, pela globalização das economias e pela explosão das mobilidades físicas e virtuais. Um futuro que exige que nos mobilizemos para reinventar a escola, uma reinvenção centrada nos desafios de um desenvolvimento curricular de nova geração, nos seus contextos e conteúdos, dos espaços de reflexão, da investigação ao serviço da educação, da mudança organizacional das escolas, da intencionalidade estratégica e da mobilização coletiva de toda a sociedade (Figueiredo, 2000).

2.3 Investigação e Inovação Responsáveis (IIR)

Investigação e inovação responsáveis são palavras muito presentes nas narrativas das políticas Europeias. A estratégia de crescimento para a U.E. “Horizonte 2020” articula uma visão para uma economia sustentável e inclusiva e proporciona níveis elevados de emprego, produtividade e coesão social. A investigação e inovação são fundamentais para conseguir objetivos ambiciosos em temas como o emprego, inovação, educação, inclusão social e clima/energia (Sutcliffe, 2011).

Os processos de investigação e inovação precisam de se tornar mais ágeis e adaptáveis aos novos desafios do século XXI, o que implica a introdução da mais ampla visão e avaliação do impacto, benefícios e riscos das novas tecnologias e da ciência, antecipando mercados e riscos (Von Schomberg, 2013).

De acordo com Von Schomberg (2013, p. 19):

IIR é um processo interativo e transparente pelo qual atores sociais e inovadores se tornaram mutuamente responsáveis, com vista à aceitabilidade ética, à sustentabilidade, à conveniência social do processo de inovação e à comercialização dos produtos de modo a permitir uma adequada incorporação dos avanços científico e tecnológicos na nossa sociedade.

Os impactos sociais dos avanços científicos e tecnológicos são difíceis de prever e as consequências negativas não são, muitas vezes, previsíveis nem intencionais.

IIR visa antecipar problemas, tendo em conta considerações sociais, éticas e ambientais e ser capaz de criar sistemas flexíveis e adaptáveis, capazes de contornar estas consequências não intencionais. IIR procura antecipar e evitar as consequências negativas da inovação, ponderar como a governação pode ser mais eficaz, e entender onde é importante ser flexível, salvaguardando ao mesmo tempo os cidadãos e o ambiente (Sutcliffe, 2011).

Segundo Sutcliffe (2011), o envolvimento das partes públicas interessadas e da sociedade civil nos processos e resultados da pesquisa e inovação é a componente principal da IIR, embora o período e o processo de tal envolvimento seja objeto de discussão entre os especialistas. Desenvolver estratégias adequadas para envolver os diferentes grupos de forma inovadora é mutuamente útil e central para uma investigação e inovação responsáveis e eficazes.

Muitos governos, organizações e empresas de investigação e grupos da sociedade civil procuram novas e inovadoras formas de envolver a sociedade, em geral, na avaliação e priorização da investigação e inovação (Sutcliffe, 2011). A prestação de informações sobre os processos e produtos aos cidadãos, governo e empresas é uma componente fundamental de transparência e é essencial para uma IIR. Uma sociedade informada é a aspiração subjacente a muitas teorias e práticas de participação pública. Se a sociedade tiver uma compreensão básica da ciência e do processo científico, poderá refletir e fazer

melhores julgamentos. A disponibilização de artigos científicos na Internet e as iniciativas de *open source* podem tornar mais interessantes os processos e produtos de inovação.

IIR não visa ser uma barreira à inovação mas o estímulo para o sucesso. O crescimento baseado em verdadeira inovação, que traz à vida o desenvolvimento sustentável e a participação da sociedade na criação da sua visão, a articulação dos seus valores e a formação dos seus produtos vai permitir que a Europa seja um centro de inovação para o benefício de toda a sociedade. (Sutcliffe, 2011).

Segundo o seminário IIR que decorreu em Lisboa (2014, p. 2):

Compreender e responsabilizar-se por desenvolvimentos que afetam profundamente a vida de todos não diz respeito só à ciência e aos cientistas. O rumo e os objetivos da investigação e inovação, a divulgação dos seus resultados, negativos e positivos, os usos de novas tecnologias e o foco na resolução de problemas prementes são questões que a sociedade tem que discutir e decidir em conjunto.

A IIR defende que o conhecimento seja aberto e acessível a todos, engloba a ética na investigação, a igualdade de género e outras formas de inclusão, o acesso livre a dados e publicações e a educação científica. E promove o envolvimento público em discussões políticas relacionadas com a ciência, a colaboração entre cientistas, especialistas em ética e cientistas sociais, iniciativas de *open source*, inovação orientada pelo utilizador ou ciência cidadã, entre outras.

É objetivo da IIR criar uma sociedade em que a responsabilidade pelo futuro seja partilhada por todos e em que as práticas de investigação e inovação apontem para resultados ambientalmente sustentáveis, eticamente aceitáveis e socialmente desejáveis.

Grande número de inovações, ao longo de décadas, sofreu oposição pública em diferentes fases do seu desenvolvimento. A investigação com células estaminais, o desenvolvimento da energia nuclear ou o aparecimento de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) são alguns dos muitos exemplos de investigações em que segmentos relevantes da sociedade, devido à falta de informação, à prevenção ou a posições ideológicas, exerceram protestos contra o desenvolvimento dessas inovações (CE, 2012). As necessidades e os impactes sociais e éticos de inovações desta natureza não foram integrados nem devidamente avaliados em estádios iniciais. A prática, é incorporar essas preocupações numa fase tardia da maturidade científica e tecnológica, o que conduz,

muitas vezes, a percepções negativas por parte da sociedade. Assim, é premente apoiar iniciativas que promovam uma investigação mais informada e orientada para as necessidades dos cidadãos, e para uma ligação mais sólida entre os cidadãos e o setor da investigação (CE, 2012).

A linha de base que a Comissão Europeia identificou como fundamental para projetos de investigação que leva em conta a IIR é:

- aceitabilidade ética, o que pressupõe o cumprimento da carta dos direitos fundamentais da U.E. e de políticas de segurança e avaliação existentes em produtos de risco.

- orientação para as necessidades sociais, o que implica uma contribuição para a realização de metas de desenvolvimento sustentável económico, social e ambiental, para obter igualdade de oportunidades de género, para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

O relatório, elaborado pela Comissão Europeia (2013), sobre percepção dos cidadãos da União Europeia acerca da importância da ciência e da tecnologia na sociedade, evidencia o esforço da Comissão Europeia para um maior envolvimento dos cidadãos nas áreas da ciência, da investigação e da inovação e, também, na promoção da investigação e da inovação responsáveis.

A Direção-Geral de Investigação e Inovação da Comissão Europeia pretende relacionar a comunidade científica e a sociedade em geral, uma vez que, os grandes desafios sociais atuais terão uma maior possibilidade de serem alcançados se todos os atores sociais estiverem totalmente envolvidos na construção de soluções, produtos e serviços inovadores. Em 2001, lançou o plano de ação *Science and Society* de forma a deliberar uma estratégia com vista à melhoria da ligação entre a ciência e os cidadãos. Em 2007, no âmbito do 7th Framework Programme for Research and Technological Development (FP7), o plano de ação *Science and Society*, foi convertido em *Science in Society* (SiS), com o objetivo principal de promover a participação pública e o diálogo, de duas vias, entre ciência e sociedade. *Science in Society* no diálogo e deliberação entre os principais atores, ou seja, entre as motivações substantivas e o acoplamento da investigação e inovação responsáveis como um reconhecimento das incertezas e riscos associados, com o desenvolvimento de qualquer tecnologia e como estes podem ser antecipados e gerenciados. Desde 2010, o principal objetivo do plano de ação *Science in*

Society é desenvolver uma estratégia que responda às aspirações e ambições dos cidadãos: um quadro de investigação e inovação responsáveis (IIR) (Comissão Europeia, 2013).

IIR implica que os atores sociais trabalhem em conjunto durante todo o processo de investigação e inovação, a fim de melhor se coordenar o processo com os seus resultados, valores, necessidades e expectativas da sociedade. IIR é um desafio ambicioso para a criação de investigação e inovação orientada para as necessidades da sociedade e envolve todos os atores sociais, inclusive abordagens participativas, responsáveis e democráticas, aspeto fundamental para uma educação para a cidadania.

Em 2014, o programa “Horizonte 2020”, o seguinte programa de investigação e inovação da União Europeia, está fortemente orientado para responder aos desafios sociais que afetam a vida dos cidadãos, como a melhoria dos cuidados de saúde, transportes mais ecológicos ou a segurança dos produtos alimentares e da energia. Os resultados do inquérito realizado pela Comissão Europeia revelam que os cidadãos europeus apoiam o papel da ciência e da tecnologia na sociedade mas, ao mesmo tempo, esperam que os cientistas e os políticos assegurem que os seus valores e preocupações sejam considerados. Este programa de investigação e inovação da União Europeia, o “Horizonte 2020”, centra-se na realização desse equilíbrio, intensifica os esforços no sentido de estabelecer um diálogo sobre ciência na sociedade e incrementa o interesse de mais jovens em carreiras no domínio da ciência e da inovação. Construir uma sociedade cientificamente alfabetizada, uma sociedade com uma compreensão crítica do processo e produtos da ciência e da tecnologia, capaz de lidera as questões sociocientíficas associadas, que permita aos cidadãos participar na investigação e processo de inovação, não apenas na avaliação de benefícios e riscos da ciência e tecnologia, mas os capacite para a reflexão crítica sobre como a ciência e a tecnologia podem afetar as suas vidas diárias e possuem as competências necessárias para expressar as suas opiniões, isto é, cidadãos capazes de se envolverem na investigação sociocientífica e no debate. Em resumo, a necessidade do envolvimento responsável dos cidadãos em todas as fases da investigação e inovação.



Figura 2.5 Modelo da IIR (rri-tools, 2014)

A investigação e inovação responsáveis pretendem incluir todos os atores sociais (decisores políticos, comunidade educativa, industriais e empresários, comunidades de investigação científica e sociedade civil), considerando seis pontos principais específicos e englobando algumas dimensões dos processos de investigação e inovação (inclusivo, aberto e transparente, antecipatório e reflexivo, ágil e adaptativo).

No quadro da investigação e inovação responsáveis, são, então, seis os pontos-chave que permitem desenvolver harmoniosamente modelos para a investigação e inovação responsáveis (Comissão Europeia, 2013):

- 1) Envolver todos os atores sociais (investigadores, industriais, decisores políticos e sociedade civil) na participação e articulação do processo de investigação e inovação;
- 2) Igualdade de género, envolver todos os atores sociais independentemente de serem homens ou mulheres;
- 3) Educação em ciência, não apenas no sentido de aumentar o número de investigadores, mas atendendo à melhoria do processo atual de educação de forma a melhor “equipar” os futuros investigadores e outros atores sociais com o conhecimento e ferramentas necessárias para participarem de forma plena e responsável no processo de investigação e inovação;

- 4) Acesso livre às publicações científicas e dados da investigação de financiamento público, de forma a estimular a inovação e aumentar ainda mais a utilização dos resultados científicos por todos os atores sociais;
- 5) Ética, que não deve ser entendida como uma restrição à investigação e inovação mas sim como uma forma de garantir uma maior relevância para a sociedade e aceitabilidade dos resultados da investigação e inovação;
- 6) Governo, os órgãos políticos têm a responsabilidade para impedir desenvolvimentos nocivos ou antiéticos em investigação e inovação.

O desenvolvimento científico e tecnológico e as respetivas consequências no quotidiano dos cidadãos mudaram as exigências da sua incorporação na sociedade, apontando para a necessidade de um aumento da informação dos cidadãos, um maior conhecimento científico. A inovação científica e tecnológica é, cada vez mais, objeto de redes institucionais e, cada vez menos, individuais, aumentando, assim, a necessidade de cooperação entre indivíduos e instituições para que o passo seguinte do desenvolvimento científico e tecnológico ocorra (Figueiredo, 2000).

Na escola, pretende-se que os alunos tomem consciência da necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade em prol de uma investigação e inovação que sejam, de facto responsáveis. Para tal, é fundamental que ocorra (a) construção de conhecimento sobre investigação de temas científicos atuais, pertinentes e polémicos; (b) esses temas sejam alvo de discussão, numa perspetiva de investigação e inovação responsáveis (Projeto IRRESISTIBLE, 2014).

Quadro 2. 2 *Projetos no âmbito da IIR financiados pela Comissão Europeia.*

Projeto IIR	Duração	Objetivo
MARCH	2014-2016	Pretende criar uma rede de escolas, centros de investigação, empresas e parceiros locais para envolver os jovens de escolas europeias em atividades que recorram a metodologias inovadoras para a aprendizagem em ciências. Promover a autonomia do aluno através do confronto com situações na comunidade que exijam a procura de soluções, de acordo com a abordagem IBSE permitindo tornar a sua cidade inteligente e sustentável.
NERRI	2015-2017	Promover o diálogo alargado sobre as implicações sociais, éticas e de governação no campo do melhoramento cognitivo. Produzir contributos concretos para a regulação nesta área e definir uma agenda europeia de investigação e inovação responsáveis.
SPARKS	2015-2017	Sensibilizar e mobilizar os cidadãos europeus para o conceito e a prática de Investigação e Inovação Responsáveis- RRI, focando-se no impacto das inovações tecnológicas na saúde e na medicina.
Rri tools	2014-2017	Facilitar e implementar uma abordagem baseada na investigação e inovação responsáveis, inclui consórcio com uma grande variedade de partes interessadas (investigação, sociedade civil, decisores políticos, educação e empresas).
IRRESISTIBLE	2014-2016	Desenvolver e disseminar atividades destinadas a promover a participação dos alunos e do público em geral no processo de investigação e inovação responsáveis através da formação de professores.

2.3.1. Projeto europeu IRRESISTIBLE

O projeto IRRESISTIBLE envolve dezasseis parceiros de dez países europeus e tem como finalidade desenvolver e disseminar atividades destinadas a promover a participação dos alunos e do público em geral no processo de investigação e inovação responsáveis, através da formação de professores.

O ensino tem que ser cada vez mais uma atividade de equipa, realizada em parceria entre a escola e a sociedade. Esta mudança é essencial, afeta profundamente o trabalho dos professores e torna-o muito mais complexo, influenciando, ainda, a forma como é organizada a sua formação inicial e contínua (Zgaga, 2007). As abordagens de ensino-aprendizagem centradas nos alunos, participativas, democráticas e críticas exigem estratégias adequadas em sala de aula. A diversidade implica tolerância, disposição de

ouvir e respeitar o que os outros têm a dizer e não concordância. O diálogo impulsiona a diferença e a controvérsia (Hess, 2009).

Os professores, não estão, geralmente, preparados para converter os novos paradigmas de ensino-aprendizagem em novos planos de ação de uma educação renovada e inovadora. Torna-se premente, criar estas novas capacidades, por exemplo, a formação de professores, expondo-lhe as novas teorias do conhecimento e nas escolas, como organizações abertas à inovação, capazes de fazer emergir os contextos facilitadores do processo de ensino-aprendizagem (Figueiredo, 2000). Segundo Nóvoa (2007), é essencial reforçar mecanismos e práticas de formação de professores baseados na investigação.

Segundo Zgaga (2007), no âmbito do grupo de trabalho sobre os Princípios Europeus Comuns para a melhoria da formação de professores e formadores sobre as competências e as qualificações dos professores, a formação dos professores deveria equipá-los com as seguintes competências de forma a torná-los aptos para trabalhar simultaneamente em três áreas que se sobrepõem:

- a) trabalhar com informação, tecnologia e conhecimento;
- b) trabalhar com outros seres humanos: alunos, colegas e outros parceiros educativos;
- c) trabalhar com e na sociedade: ao nível local, regional, europeu e global.

Quanto à primeira área, os professores têm de estar aptos a trabalhar com alguma variedade de tipos de conhecimento, a aceder, a analisar e sintetizar, a refletir e validar e, finalmente a transmitir conhecimento, utilizando as tecnologias em geral e as TIC em particular. Devem ser capazes de organizar o ensino e a aprendizagem de forma eficaz, de identificar as várias necessidades de aprendizagem dos alunos, orientá-los e apoiá-los nas suas tarefas e na aprendizagem durante a escolaridade. Devem, também, estar aptos a agir como profissionais reflexivos, ou seja, a analisar o seu próprio trabalho profissional, conjuntamente com as suas conquistas e os seus fracassos, de forma a melhorar as suas próprias estratégias e práticas de ensino-aprendizagem.

As competências referidas na segunda área reaforçam a ideia de a atividade do professor ser baseada, também, em princípios de inclusão social. Um ensino e uma aprendizagem de qualidade são inseparáveis do trabalho de equipa, da colaboração com e entre alunos e outros professores, envolve competências comunicativas e cooperativas e ainda demonstrar autoconfiança no envolvimento com os outros.

Por fim, a terceira área, interliga o aluno, o professor e a escola à sociedade. Os professores devem estar aptos a trabalhar de forma eficaz com os pais e com a

comunidade local, tendo consciência de que o ensino e a aprendizagem eficazes melhoram significativamente as oportunidades dos alunos no futuro. Segundo Zgaga (2007), os professores devem preparar os alunos para o seu papel na sociedade, assim, os professores deverão compreender:

- a) o papel da educação na sua relação com as dinâmicas sociais de exclusão e/ou inclusão;
- b) a diversidade de culturas e sistemas de valores entre alunos e de refletir sobre os processos de aprendizagem na perspetiva de equidade;
- c) estar consciente das dimensões morais e éticas da sociedade do conhecimento.

Segundo Ponte (1998), deve ser reconhecido que o trabalho investigativo relativo à prática profissional é necessário para o desenvolvimento profissional do professor. É importante estabelecer ligação entre as ideias de formação e de investigação, levando para a própria formação o espírito e os processos próprios da atividade investigativa.

O exposto corrobora a pertinência do projeto IRRESISTILE na formação de professores, cujos objetivos são:

- a) construir conhecimento sobre áreas científicas de ponta (Extensão da Plataforma Continental Portuguesa; Ciência Polar; Biotecnologia e Bioética; Energia e Radiação);
- b) desenvolver o conhecimento didático inerente à utilização do método IBSE dos 7E em contexto de sala de aula e à integração de aplicações Web 2.0 sobre as áreas científicas de ponta, numa perspetiva de Investigação e Inovação responsáveis;
- c) implementar, em sala de aula, os módulos concebidos;
- d) analisar, avaliar e refletir acerca do impacto da experiência nos seus alunos e no seu próprio desenvolvimento profissional. Este projeto desenvolve e testa novas abordagens de ensino, aprendizagem e divulgação sobre o processo de IIR.

O Projeto implica o desenvolvimento de uma Comunidade de Aprendizagem (CdA) – por cada um dos parceiros envolvidos com a participação de professores de ciências, formadores de professores, cientistas que investigam nas áreas científicas de ponta selecionadas e especialistas em educação não formal, profissionais de centros e

museus de ciência. Cada grupo de profissionais desempenha um papel distinto, e igualmente relevante.

Os professores detêm a experiência de trabalho em sala de aula e têm um papel importante na promoção da curiosidade e persistência dos alunos direcionando a sua atenção, estruturando as suas experiências, apoiando as suas tentativas de aprendizagem e adequando a complexidade dos conteúdos. Para ser bem sucedido na ciência, os alunos precisam do apoio do professor, e de oportunidade para um envolvimento sustentado. Os formadores de professores possuem um amplo *background* teórico sobre educação em ciência; os centros e museus de ciência detêm uma valiosa experiência na educação científica não formal; os cientistas são especialistas nos temas de investigação atuais e polémicos, tais como: (a) Extensão da Plataforma Continental Portuguesa; (b) Ciência Polar; (c) Biotecnologia e Bioética; (d) Energia e Radiação. Os temas escolhidos caracterizam-se pela sua elevada relevância social, por serem investigados nas universidades parceiras do projeto e por poderem ser abordados nos currículos escolares.

O desenvolvimento profissional de professores e educadores é muito importante porque a forma como a ciência é ensinada depende dos professores. Segundo Osborne e Dillon (2008) nenhuma inovação será sustentada, a menos, que o desenvolvimento profissional sistemático e contínuo de professores de ciências seja orientado para apoiar as mudanças necessárias no processo de ensino-aprendizagem. Para o IBSE ser eficaz, é essencial que os professores adquiram competência profissional para aplicar IBSE, de acordo com um conjunto de competências específicas.

Nóvoa (2007) refere a importância das comunidades de prática ou dos movimentos pedagógicos, de espaços conceituais construídos por grupos de professores comprometidos com a investigação e a inovação, nos quais se discutem ideias sobre o ensino e a aprendizagem e se elaboram perspetivas comuns sobre os desafios da formação pessoal, profissional e cívica dos alunos. Através das comunidades de prática, reforça-se o sentido de presença e de identidade profissional que é essencial para que os professores se apropriem dos processos de mudança e os transformem em práticas concretas de inovação.

Em cada país parceiro do projeto IRRESISTIBLE, a CdA produzirá um módulo de ensino que:

- a) contextualize o tema a ser investigado, introduzindo-o através de uma situação do dia-a-dia;
- b) faça uso de uma abordagem de ensino IBSE com recurso a aplicações da Web 2.0, estimulando e promovendo a observação, classificação, experimentação e a explicação dos fenómenos e propriedades relevantes do tema sob investigação;
- c) aborde os aspetos IIR do tema em causa: implicações sociais e ambientais, aspetos éticos, e outros;
- d) inclua sugestões metodológicas para os professores acerca da implementação do módulo em sala de aula;
- e) disponibilize fontes de informação adicionais sobre o tema em questão;
- f) permita aos alunos planear uma exposição sobre o tema investigado. Pretende-se que esta apresente o tema investigado, realçando os fenómenos e propriedades mais relevantes e abordando as implicações sociais e ambientais, numa perspetiva IIR.

Cada módulo de atividades será testado por professores e alunos em contexto de sala de aula e envolverá o planeamento e realização de exposições científicas pelos alunos.

Segundo Hodson (2014) a ação sociopolítica eficaz exige que haja um apoio mútuo na relação entre escola e comunidade envolvente. As barreiras tradicionais entre a escola e a comunidade precisam ser dissolvidas ou tornadas permeáveis, com membros da comunidade presentes e atuantes na escola, e os alunos e os professores envolvidos na comunidade de forma ativa. A dificuldade de construção de uma atmosfera de interesse, de confiança, de responsabilidade e de compromisso compartilhada não deve ser subestimada pois, requer um árduo esforço por parte de professores, de alunos e da comunidade. Como parte desse esforço, é necessário incentivar os alunos a usar o seu interesse e as suas competências com a tecnologia da comunicação contemporânea para estabelecer redes, compartilhar pensamentos e difundir mensagens sobre a necessidade de agir. As ferramentas da Web 2.0 permitem formas de participar que antes não eram possíveis e envolvem um número significativo de indivíduos. Segundo o mesmo autor os alunos têm potencial para facilitar a construção de uma sociedade mais inclusiva, participativa, socialmente justa e uma comunidade politicamente envolvida.

Zgaga (2007), advoga que para fomentar a qualidade de ensino, entendida como um fator essencial na determinação da competitividade da União Europeia num mundo globalizado, os princípios de cooperação e parceria deveriam ser repetidamente enfatizados. Globalmente, a nível macro, é importante que a cooperação e a confiança entre os países europeus e as instituições europeias sejam melhoradas de forma a serem acordadas estratégias de ensino-aprendizagem exequíveis para o futuro. A nível micro, o ministério de educação poderia cooperar o mais aproximadamente possível com instituições de formação de professores, escolas, professores e a sociedade, em geral. A cooperação e as parcerias transversais, tais como, por exemplo, a cooperação institucional e/ou os vários projetos no âmbito do Programa de Aprendizagem ao Longo da Vida, irá tornar estes esforços mais fortes e mais sustentáveis para que se alcancem as ambiciosas metas europeias.

Também segundo Moura (2012), o papel das sociedades científicas, das redes sociais de cidadania e dos espaços educacionais, culturais e científicos voltados para a formação crítica das implicações dos avanços científicos e tecnológicos é fundamental, uma vez que, é através destes mecanismos que os diversos atores sociais poderão compreender, sistematizar, produzir e compartilhar conhecimento numa perspetiva de cidadania.

O projeto IRRESISTIBLE corrobora com os esforços da comunidade europeia para a educação em ciências baseada em IBSE, despertando a motivação dos alunos, em contextos sociocientíficos, e promovendo aprendizagens significativas baseadas na investigação científica, assim como a aquisição de competências que lhes permitam tomar decisões e resolver questões sociocientíficas, elevando a auto-eficácia dos professores de ciências para se apropriarem de formas relevantes de ensinar ciências, para, a aquisição de competências para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem criativos. A incorporação de inovação no trabalho diário pode ser um dos principais componentes de desenvolvimento profissional dos professores.

3. Metodologia

Neste capítulo descreve-se e fundamenta-se a metodologia utilizada neste estudo, estando organizado em três subcapítulos. No primeiro, as opções metodológicas são apresentadas (3.1). No segundo, indicam-se as etapas seguidas neste estudo (3.2). A seguir caracterizam-se os participantes deste estudo (3.3), das técnicas e instrumentos de recolha de dados (3.4) e, por último, são descritos os procedimentos de tratamento e análise dos dados (3.5).

3.1. Opções Metodológicas

A escolha de uma metodologia, em qualquer investigação, é orientada pelo problema, pelas questões de investigação e pelos objetivos, de forma a garantir resultados válidos e fiáveis conducentes a conclusões coerentes e consistentes (Bogdan & Biklen, 1994).

Com o presente estudo pretende-se construir conhecimento sobre: Qual o impacto de atividades IBSE integrando ferramentas da Web 2.0 no desenvolvimento de conhecimentos e competências necessários ao exercício de uma cidadania ativa, fundamentada e crítica no âmbito da investigação e inovação responsáveis em áreas científicas de ponta?

Este enunciado foi delimitado nas seguintes questões de investigação:

- i. Como se poderá conjugar a reflexão sobre a investigação e inovação responsáveis com a abordagem IBSE?
- ii. De que forma as aplicações da Web 2.0 poderão auxiliar na concretização das diferentes fases desta abordagem?
- iii. Que potencialidades e dificuldades experimentam alunos e professores durante a realização destas atividades IBSE?

Estas questões operacionalizam-se nos seguintes objetivos que no seu conjunto orientam a opção metodológica do estudo:

1. Como conceber e realizar estratégias educativas de natureza investigativa (de tipo IBSE) sobre investigação e inovação responsáveis em áreas científicas de ponta (atuais e controversas), adequadas ao programa de Ciências Naturais do 3.ºCEB e que integram aplicações da Web 2.0.

2. Identificar/descrever as potencialidades e dificuldades sentidas pelos alunos e professores durante a realização das atividades.

Através deste estudo pretende-se obter diferentes tipos de produtos, nomeadamente, estratégias didáticas destinadas à educação em ciências no 3.ºCEB e novo conhecimento relativo à conceção e à realização destas estratégias em contexto educativo.

De forma a operacionalizar este estudo, optou-se pela metodologia *Design Based Research* (DBR). Segundo Wang e Hannafin (2004) a metodologia DBR representa um novo paradigma de investigação no aprender a ensinar.

Esta metodologia é de cariz qualitativa e quantitativa com implicações no desenvolvimento de novas teorias de ensino e aprendizagem (Dede, 2005). Combina a procura de soluções práticas para os problemas, reais, de sala de aula com a investigação das questões de ensino e aprendizagem (Reeves, Herrington & Oliver, 2005). Permite, ainda, preencher a lacuna existente entre a investigação e a prática educativa (Andriessen, 2007).

Trata-se de uma proposta metodológica utilizada para abordar a necessidade de inovação em contextos educativos, com grande potencial no desenvolvimento e avaliação de ambientes de inovação em educação (Anderson, 2005). Tem a finalidade de aumentar o conhecimento na investigação em educação sobre como os alunos aprendem e, simultaneamente, contribuir para a inovação, melhoria das práticas e para o desenvolvimento profissional dos professores (Andriessen, 2007; Braddley, 2008).

É caracterizada por ser uma abordagem:

- 1) intervencionista, procurando atuar num contexto real com o objetivo de o mudar;
- 2) iterativa, integrando ciclos de análise, desenvolvimento, avaliação e reformulação/melhoramento;
- 3) inclusiva, permitindo o envolvimento e a contribuição ativa na investigação dos alunos e de especialistas das áreas educativa e científica em várias fases da sua implementação;
- 4) orientada para os processos, centrando-se na compreensão e melhoria de intervenções educativas;
- 5) orientada para a utilidade, visto que pretende o desenvolvimento de estratégias adequadas a contextos reais;

- 6) orientada para a teoria e pela teoria, visto que recorre ao quadro concetual existente para a conceção de protótipos cuja aplicação e avaliação sucessiva também contribuem para a (re)construção de teoria.

A DBR pressupõe a colaboração entre professores, alunos e investigadores de modo a possibilitar a implementação de propostas didáticas, fundamentadas teoricamente, e a reflexão sobre as consequências dessas propostas ao nível da motivação dos alunos para a aprendizagem, a aprendizagem das ciências e o estudo das dificuldades que os professores enfrentam quando pretendem implementar estratégias de ensino inovadoras, assim como as aprendizagens que realizam quando estão envolvidos em processos de investigação na prática (Oliveira et al., 2009).

É descrita por ciclos intermitentes de implementação, análise e avaliação de materiais (artefactos) que dizem respeito à intervenção pedagógica propriamente dita. O artefacto é desenvolvido, implementado em contextos reais de ensino e aprendizagem e testado (Reeves, Herrington & Oliver, 2005). Cada ciclo gera conhecimentos práticos sobre a avaliação da intervenção que constituem oportunidades de aprendizagem para a melhoria progressiva em ciclos subsequentes de intervenções. A intervenção é documentada e avaliada e os conhecimentos gerados por meio dessa avaliação permitem refletir sobre o processo e, com base nessa reflexão, planejar ações futuras (Ramos, Gianella & Struchiner, 2010). A avaliação dos ciclos iterativos de desenvolvimento, implementação e estudo permitem que o investigador possa reunir informação sobre uma intervenção, de forma a melhorar o design do artefacto (The Design-Based Research Collective, 2003). Também permite melhorar as práticas dos professores através da reflexão interativa (Bereiter, 2002).

Esta metodologia tem sido um modelo para numerosos estudos de investigação em educação, como por exemplo, na investigação de como o desenvolvimento de novas tecnologias na educação mudaram ou tiveram impacto nos currículos, na investigação e no ensino-aprendizagem em ambientes inovadores. Em todos estes estudos, foi recolhida grande variedade de dados e analisada com base na triangulação, gerando conhecimentos que permitiu rever o processo e apontar possibilidades de aperfeiçoamento progressivo da intervenção e em iterações futuras. Os resultados das iterações são discutidos para uma maior compreensão da relevância da aplicação em contextos reais, da diversidade de métodos e da contribuição dos conhecimentos gerados para (re)avaliação do processo (The Design-Based Research Collective, 2003).

Contribui para uma melhoria da prática do professor e para, estudar como os artefactos (ferramentas tecnológicas, atividades estratégicas ou inovações curriculares) podem ser implementados de modo a promover aprendizagens (Oliveira et al., 2009). Permite, ainda, compreender como, quando e porquê as inovações educacionais funcionam na prática, podem produzir relevantes explicações sobre práticas inovadoras e estabelecem princípios que podem ser utilizados por outros professores (The Design-Based Research Collective, 2003). Caracteriza, também, a complexidade, fragilidade ou solidez de uma determinada estratégia de forma a ser útil para outros, isto é, exige mais do que a compreensão da investigação num contexto específico, mas procura também que se mostre a relevância dos resultados obtidos em determinado contexto para outros contextos (Barab & Squire, 2004).

3.2 Etapas do Estudo

O primeiro momento do estudo correspondeu à planificação, conceção e construção de módulos segundo a metodologia IBSE dos 7E com recurso a aplicações da Web 2.0 sobre as áreas científicas de ponta, atuais e pertinentes, numa perspetiva de investigação e inovação responsáveis (3.2.1). O segundo momento correspondeu à avaliação dos módulos por especialistas das áreas educativa e científica (3.2.2). Esta avaliação conduziu a uma (re)construção e melhoramento dos módulos que correspondeu ao terceiro momento do estudo. O quarto momento da intervenção correspondeu à aplicação e testagem dos módulos num contexto real de ensino-aprendizagem, que corresponde à experiência educativa propriamente dita (3.2.3), a qual conduziu a uma reflexão e a uma reconstrução e melhoramento dos módulos.

O estudo, representado na figura 3.1 compreendeu dois ciclos de implementação, análise e avaliação dos módulos.

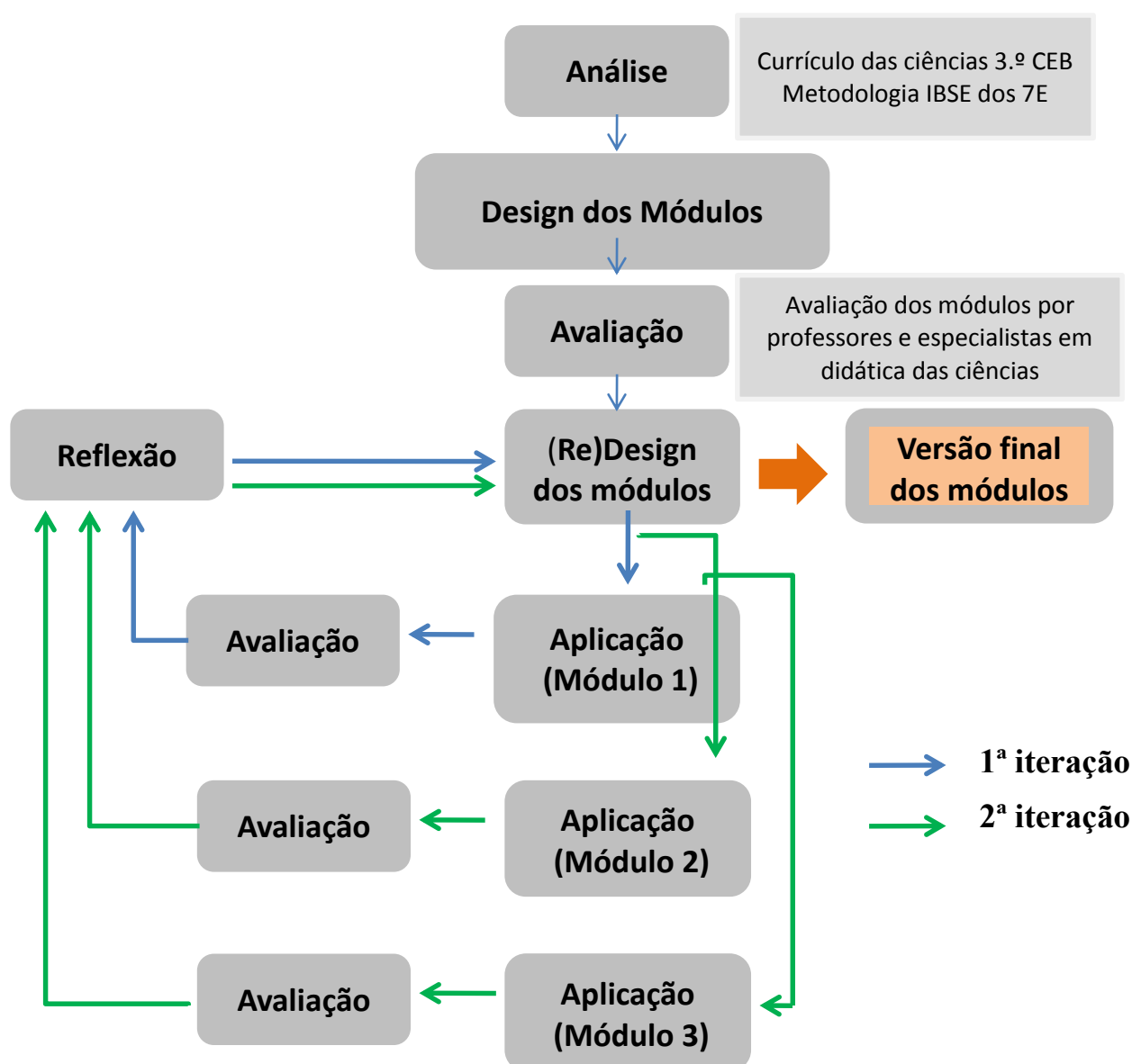


Figura 3.1 Ciclo do estudo

3.2.1 Planificação, conceção e construção dos módulos de ensino.

Os protótipos de módulos foram construídos no âmbito da formação do projeto IRRESISTIBLE, segundo a metodologia IBSE dos 7E com recurso a aplicações da Web 2.0 sobre as áreas científicas atuais e numa perspetiva de IIR. Cada módulo de ensino: (a) contextualiza o tema a ser investigado, introduzindo-o através de uma situação do dia-a-dia; (b) faz uso da metodologia IBSE com recurso a aplicações da Web 2.0, estimulando e promovendo a observação, classificação, experimentação e a explicação dos fenómenos e propriedades relevantes do tema sob investigação; (c) aborda os aspetos IIR do tema em causa: implicações sociais e ambientais, aspetos éticos, e outros; (d) inclui sugestões

metodológicas para os professores acerca da implementação do módulo em sala de aula; (e) disponibiliza fontes de informação adicionais sobre a temática; e (f) permite aos alunos planear uma exposição sobre o tema investigado. Pretende-se que esta metodologia apresente o tema investigado, realçando os fenómenos e propriedades mais relevantes e abordando as implicações sociais e ambientais, numa perspetiva IIR.

A metodologia de ensino IBSE dos 7E resulta da ampliação do modelo dos 5E de Roger Bybee (*Engage, Explore, Explain, Extend e Evaluate*) ao qual se acrescentou o *Exchange* e o *Empowerment*. A fase *Exchange* pretende que os alunos partilhem com a comunidade os resultados das suas investigações e comuniquem o novo conhecimento construído, o que pressupõe o planeamento e conceção de uma exposição interativa dos produtos da investigação desenvolvida de forma a consciencializar e sensibilizar a comunidade. Assim esta, fase relaciona-se com a fase seguinte, *Empowerment*, que pretende envolver os alunos numa ação coletiva, fundamentada em pesquisa e investigação, tendo em vista a resolução de problemas sociocientíficos relacionados com temas científicos atuais.

A professora investigadora, no âmbito da formação do Projeto IRRESISTIBLE criou três módulos: módulo1: “Vacinar ou não Vacinar?”, módulo 2: “Portugal é mais Mar?” e módulo 3: “Degelo e Erosão: Qual a relação?”. Cada módulo é acompanhado pelos respetivos guiões de atividades do professor, do aluno e grelhas de avaliação para professores e alunos. As áreas científicas atuais, adequadas ao programa de ciências naturais dos 8.º e 9.º anos, subjacentes à conceção dos módulos encontram-se representadas nos Quadros 3.1 e 3.2.

Quadro 3.1 *Área científica e conteúdo programático do 8.º ano dos Módulos 2 e 3.*

Áreas científicas (IIR)	Conteúdo programático 8ºano
Ciência Polar (Módulo 3)	Domínio: Sustentabilidade na Terra Subdomínio: Ecossistema
	Perturbação no equilíbrio dos ecossistemas
Extensão da Plataforma Continental Portuguesa (Módulo 2)	Domínio: Sustentabilidade na Terra Subdomínio: Gestão sustentável dos recursos
	Exploração sustentável dos recursos naturais

Quadro 3.2 *Área científica e conteúdo programático do 9.º ano do Módulo 1.*

Áreas científicas (IIR)	Conteúdo programático 9ºano
Biotecnologia e Bioética: Vacinação (Módulo 1)	Unidade1. Saúde individual e comunitária 1.2 Medidas de promoção de saúde

3.2.2 Avaliação e validação dos módulos.

Os módulos foram avaliados por especialistas das áreas educativas e professores da CdA IRRESISTIBLE de ciências naturais e de biologia e geologia. Os especialistas e professores identificaram potencialidades e fragilidades dos módulos e formas de melhorar os domínios IBSE 7E, IIR e as ferramentas Web 2.0.

3.2.3 Aplicação e testagem dos módulos nas aulas de ciências naturais

Os módulos foram implementados em contexto real de ensino-aprendizagem, que corresponde à experiência educativa propriamente dita. Os módulos 1 e 2 foram aplicados no 8.º ano por duas professoras, durante os 2.º e 3.º períodos letivos e o módulo 3 foi aplicado no 9.º ano, também por duas professoras, durante o 1.º e 2.º períodos letivos.

3.3 Caracterização dos Participantes

O estudo decorreu em duas escolas, com 3.º ciclo e secundário, uma localizada no concelho de Alcobaça e outra localizada no concelho de Oeiras. Envolveu alunos de três turmas do 9.º ano, que designo como 9A, 9B e 9C, alunos de três turmas do 8.ºano, que designo como 8A, 8B e 8C, e três professoras de ciências naturais. As professoras destas turmas implementaram na sala de aula os módulos de ensino. Duas professoras integram a CdA IRRESISTIBLE, assumindo uma das professoras o papel de professora e investigadora.

Neste estudo também participaram especialistas em didática das ciências que avaliaram e validaram os módulos de ensino.

A amostra do estudo foi, portanto, constituída por alunos de três turmas do 9.ºano designadas por turma 9A, 9B e 9C, num total de 72 alunos, e alunos de três turmas do 8.º ano designadas por turma 8A, 8B e 8C, num total de 61 alunos.

A turma 9A era composta por 26 alunos, dos quais, 17 eram do sexo feminino e 9 do sexo masculino, a turma 9B era composta por 21 alunos, 8 do sexo feminino e 13 do sexo masculino, enquanto a turma 9C era constituída por 14 alunos do sexo feminino e 11 do sexo masculino, (Figura 3.2).

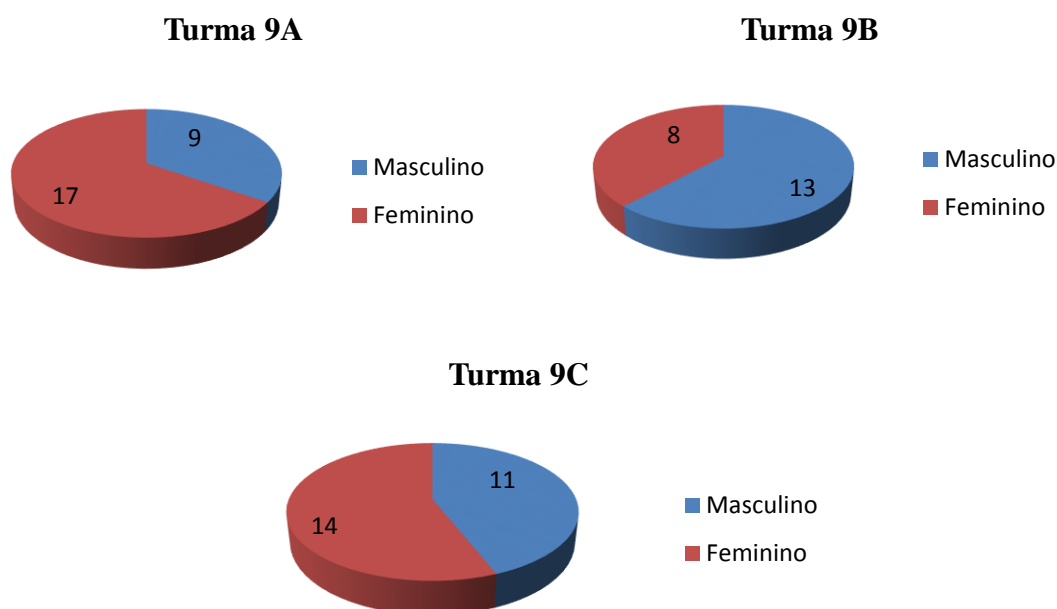
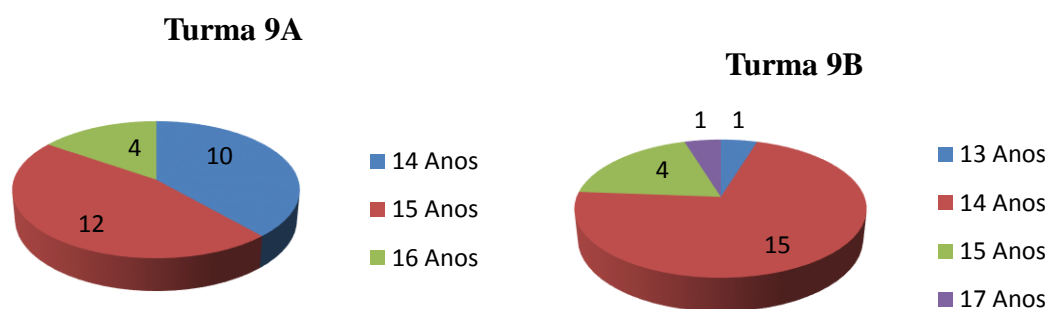


Figura 3.2 Distribuição dos alunos das turmas do 9.º ano de acordo com o sexo

No que respeita à idade, analisando a Figura 3.3 pode verificar-se que a maior parte dos alunos do 9.º ano tinha catorze anos.



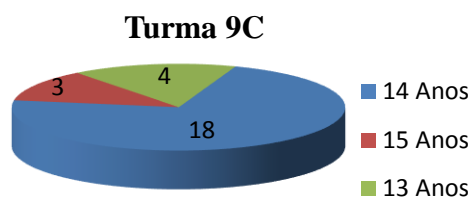


Figura 3.3 Idades dos alunos das turmas participantes do 9.º ano

A turma 9A e 9B eram compostas por alguns alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE), ao abrigo do Decreto de Lei 3/2008 e que usufruem das alíneas, a) Apoio Pedagógico Personalizado, b) Adequações Curriculares Individuais e d) Adequações no Processo de Avaliação. A turma 9C não tinha alunos NEE.

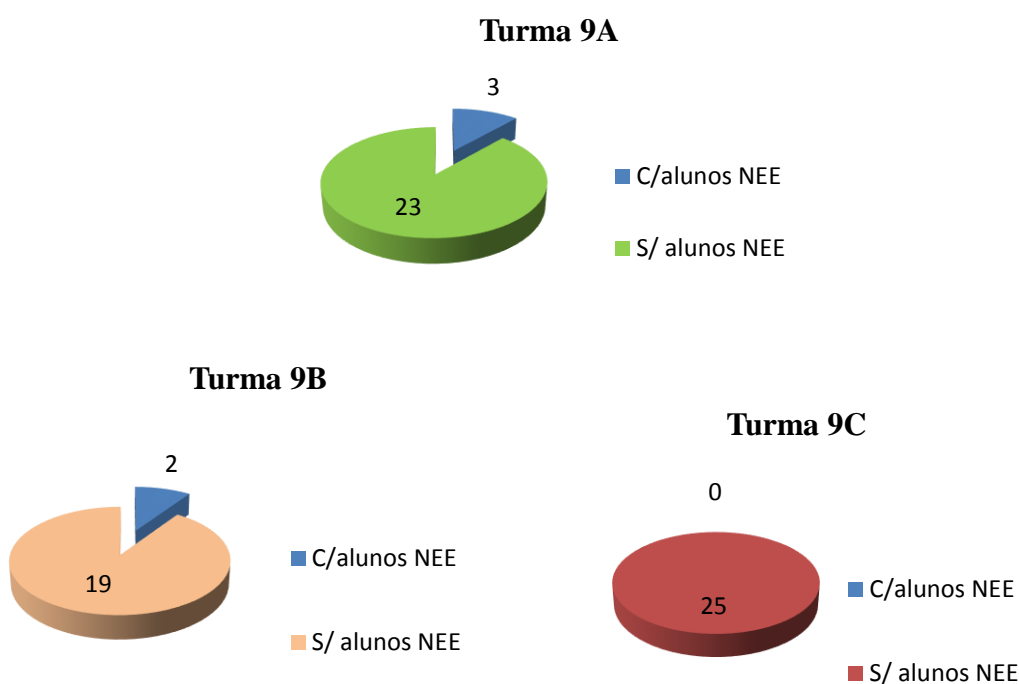


Figura 3.4 Alunos com Necessidades Educativas Especiais das turmas do 9.º ano

A turma 8A era composta por 22 alunos, 11 do sexo feminino e 11 do sexo masculino, a turma 8B era composta por 19 alunos, 12 do sexo feminino e 7 do sexo masculino, enquanto a turma 8C era constituída por 20 alunos, 11 do sexo feminino e 9 do sexo masculino, (Figura 3.5).

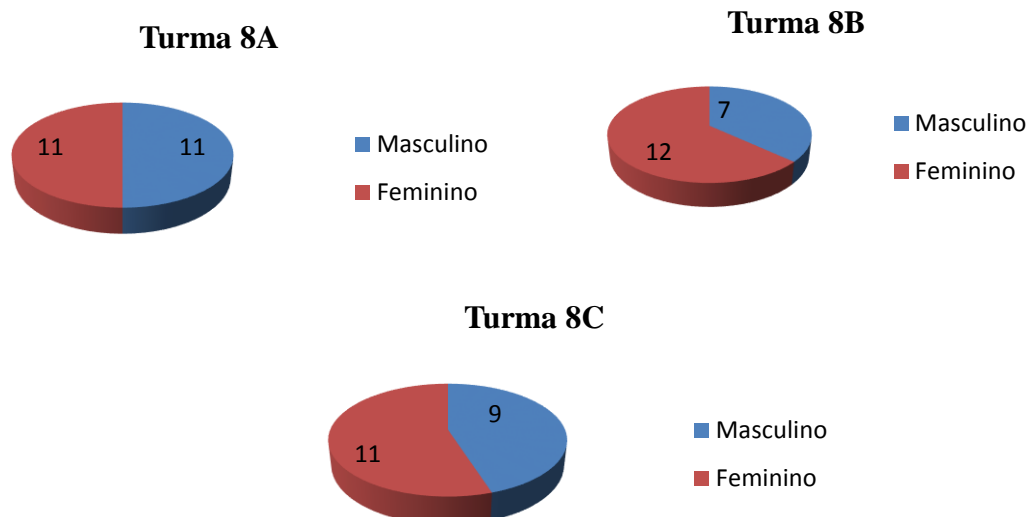


Figura 3.5 Distribuição dos alunos das turmas do 8.º ano de acordo com o sexo

Quanto à idade dos alunos do 8.º ano, analisando a Figura 3.6, pode verificar-se que a maior parte dos alunos tinha treze anos.

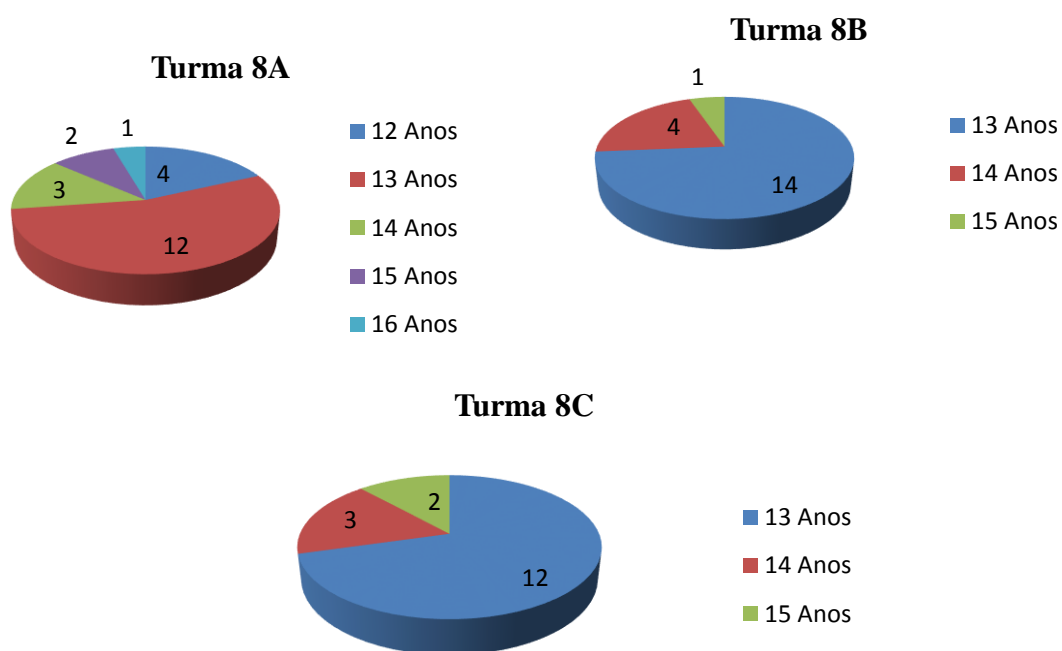


Figura 3.6 Idades dos alunos das turmas participantes do 8.º ano

Todas as turmas do 8.º ano eram compostas por alguns alunos com Necessidades Educativas Especiais, ao abrigo do Decreto de Lei 3/2008 e que usufruem das alíneas a)

Apoio Pedagógico Personalizado, b) Adequações Curriculares Individuais e d) Adequações no Processo de Avaliação.

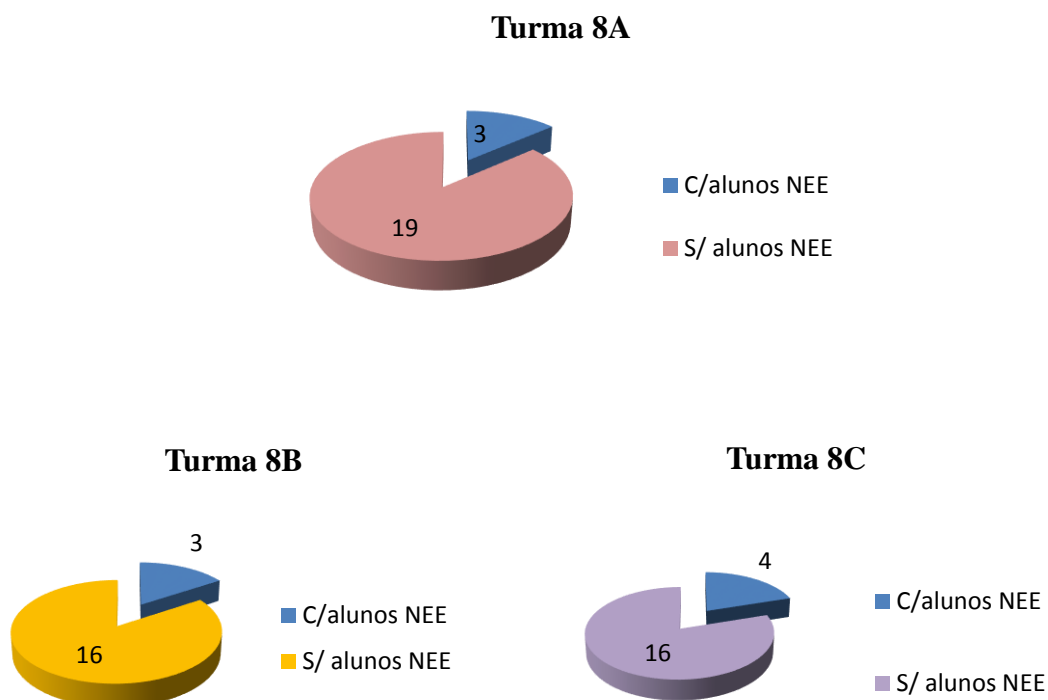


Figura 3.7 Alunos com Necessidades Educativas Especiais das turmas do 8.º ano

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

Atendendo aos objetivos deste estudo, utilizaram-se diversas técnicas e instrumentos de recolha de dados: Mapa de conceitos (3.4.1) e Questionários (3.4.2): um questionário para medir as atitudes em relação à Investigação e Inovação na sociedade atual e um questionário de avaliação dos módulos. Utilizaram-se também registos de campo (3.4.3) e entrevistas a alunos e professores (3.4.4).

3.4.1. Mapa de conceitos.

Os alunos das turmas elaboraram um mapa de conceitos individualmente, antes e depois da implementação dos módulos, de forma a obter informação acerca das aprendizagens que os alunos fizeram acerca da temática.

Os mapas de conceitos foram desenvolvidos com o objetivo de perceber as modificações sofridas nas estruturas cognitivas dos alunos ao longo do tempo e baseiam-se no pressuposto epistemológico de que os conceitos representam as unidades básicas

do conhecimento (Novak, 2000). Representam o que se aprendeu, numa forma resumida, esquemática e hierárquica. São constituídos por conceitos interligados numa teia de proposições, em que os mais abstratos e mais inclusivos estão representados na parte superior e os mais específicos e menos inclusivos na parte inferior (Sansão, Castro & Pereira, 2002).

Segundo os mesmos autores, a estratégia de mapas de conceitos interessa a todo o professor preocupado, não só com a resposta do aluno mas também com o modo como este chegou à resposta, ou seja, o professor que tem em mente a realização de uma aprendizagem significativa do aluno, em detrimento de uma aprendizagem mecânica, começa por tentar identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema em estudo.

A utilização de mapas de conceitos permite ao investigador focar-se nos significados, e permite observar, não apenas o que os sujeitos do estudo querem dizer, mas também as relações estabelecidas entre conceitos ou conhecimentos distintos. Permitem também, ao investigador assegurar-se que os dados qualitativos recolhidos estão compreendidos dentro de um determinado contexto (Cañas, Novak & Gonzáles, 2004). Segundo estes autores, a utilização dos mapas de conceitos permite ainda a realização de análises mais profundas, de natureza temática, e auxilia a criação de limites contextuais no projeto de investigação.

3.4.2 Questionários.

Na recolha de dados, utilizam-se dois tipos de questionários: um questionário para medir as atitudes em relação à Investigação e Inovação na sociedade atual e um questionário de opinião dos módulos. O primeiro, tem o objetivo de conhecer as mudanças que ocorreram nas perceções das professoras e dos alunos no que respeita ao papel da investigação e inovação na sociedade atual. O segundo tem o intuito de obter informação acerca das aprendizagens que os alunos fizeram acerca das temáticas e de avaliar o grau de importância e de satisfação face aos módulos e à metodologia de ensino utilizada nas aulas.

O questionário como instrumento de recolha de dados é adequado e útil para a investigação, uma vez que apresenta versatilidade e fácil acessibilidade aos dados e,

permite obter informação sistemática dos inquiridos sobre as variáveis a investigar ou a avaliar. Pode incluir questões de cariz quantitativo e/ou qualitativo. (Muñoz, 2003).

A construção de um questionário é uma tarefa complexa, lenta e metódica.

Muñoz (2003) propõe uma sequência para a elaboração de um questionário, ordenada de forma sistemática:

- 1) Traduzir os objetivos em áreas ou pontos em que é necessário recolher informação e, em seguida, transformar em itens;
- 2) Delinear o conteúdo do questionário;
- 3) Elaborar um juízo crítico por especialistas do primeiro rascunho do questionário (questionário piloto);
- 4) Delinear o procedimento de aplicação do questionário.

Ainda segundo o mesmo autor, o estilo da escrita e a clareza da redação das questões é muito importante. Para atender a essa necessidade, devem evitar-se termos técnicos, especializados, devem utilizar-se frases curtas e palavras de fácil compreensão por todos. Assim, não é conveniente o uso de duplas negativas, declarações imprecisas e alternativas não mutuamente exclusivas. As questões devem ser precisas e adequadas ao propósito visado.

Os questionários podem contemplar vários tipos de questões e respostas, como por exemplo questões dicotómicas, de escolha múltipla, de escala, abertas ou fechadas (Bell, 2004; Cohen et al., 2007). Segundo Bell (2004), as questões presentes num questionário de forma aberta referem-se a questões em que o sujeito responde livremente através de uma palavra ou frase. Para Cohen et al. (2007), as questões de forma fechada são aquelas em que o sujeito fica limitado a um conjunto de hipóteses na opção de resposta. Segundo o mesmo autor, os questionários fechados terão que ser estruturados, ou seja, terão que conter uma gama completa de respostas possíveis.

É necessário que o questionário inclua as instruções sobre como proceder para responder-lhe. As instruções devem ser escritas de forma clara e cuidada. Nessas instruções é necessário incluir advertências, isto é, como é considerado necessário ou apropriado executar de forma geral o preenchimento do questionário e registar as respostas, para os diferentes tipos de questões (Muñoz, 2003).

O inquérito por questionário distingue-se da simples sondagem de opinião pelo facto de visar a verificação de hipóteses teóricas e a análise das correlações que essas hipóteses sugerem. A principal vantagem desta técnica é a possibilidade de quantificar

uma multiplicidade de dados e de compreender as numerosas análises de correlação. (Quivy & Campenhoudt, 2008).

A linguagem a ser utilizada nas afirmações será uma preocupação tentando-se evitar algumas ambiguidades e falta de clareza na interpretação e compreensão das mesmas. Deverá, ter-se a preocupação de as formular as afirmações de uma forma clara, concisa, objetiva, utilizando uma linguagem de fácil compreensão (Cohen & Manion, 1989), assim como incluir informação suficiente em cada item, de modo que os alunos compreendam, efetivamente, o que está a ser perguntado (Borg & Gall, 1996).

Questionário para medir as atitudes em relação à Investigação e Inovação

Com a finalidade de investigar as atitudes de alunos e professores no que respeita ao papel da investigação e inovação na sociedade atual, utilizou-se um questionário elaborado pelo projeto Irresistible.

O questionário é baseado na técnica das *Escala de Lickert* e consta de uma lista de afirmações, relativamente às quais o inquirido dá a sua opinião, tendo uma escala gradativa hierarquizada que poderá ter um número par ou ímpar de intervalos (Nisbet & Entwisle, 1970). O questionário aplicado neste estudo aos alunos é composto por uma série de escalas divididas em 5 intervalos constituídos por um conjunto de quarenta e dois itens (Anexo 1), formulados na sua maioria na forma positiva, correspondendo a posição mais favorável à classificação de 5 pontos.

O questionário foi organizado em quatro partes. Na primeira parte é, constituído, por vinte e quatro questões que permitem medir as atitudes relativas à IIR na sociedade atual, na segunda parte é constituído por duas questões sobre a participação em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade nas aulas de ciências naturais, a terceira parte por oito questões relativas à construção de exposições científicas e a quarta parte por oito questões relativas às aulas de ciências (Quadro 3.3).

Quadro 3.3 *Estrutura do questionário IIR aos alunos.*

PRIMEIRA PARTE		
Objetivo	Tipo de Questão e Modo de resposta	Objetivo
Q1- Averiguar a opinião dos alunos se os cientistas devem dar palestras sobre o seu trabalho nas aulas de ciências.	Fechada – Escala tipo Lickert, de cinco pontos com extremos “Discordo completamente/Concordo completamente	Q13- Averiguar a opinião dos alunos se os cientistas devem despende parte do seu orçamento para a investigação na divulgação online das suas investigações, de modo gratuito e em livre acesso.
Q2- Averiguar a opinião dos alunos se os cientistas devem publicar os resultados das suas investigações apenas para outros cientistas.		Q14- Averiguar a opinião dos alunos se o governo deve regulamentar as instituições de investigação científica.
Q3- Averiguar a opinião dos alunos quanto a não haver problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham as mesmas qualificações.		Q15- Averiguar a opinião dos alunos se ter elevados padrões éticos pode ajudar a garantir resultados de elevada qualidade em ciência e tecnologia.
Q4- Averiguar a opinião dos alunos se os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral em palestras abertas ao público.		Q16- Averiguar a opinião dos alunos se as organizações que financiam a investigação científica devem consultar os cientistas para decidirem quais os tópicos de investigação a financiar.
Q5- Averiguar a opinião dos alunos se os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, direitos humanos e direitos do consumidor de forma a poderem decidir sobre os temas a investigar.		Q17- Averiguar a opinião dos alunos se for claro que uma dada investigação comporta implicações negativas ou riscos associados, então os cientistas têm o dever de a cancelar.
Q6- Averiguar a opinião dos alunos se os cientistas devem focar-se apenas em fazer investigação e não devem dedicar o seu tempo a promover a aprendizagem nas escolas.		Q18- Averiguar a opinião dos alunos se quando os cientistas são obrigados a divulgar os detalhes da sua investigação, deixam de ter liberdade académica.
Q7- Averiguar a opinião dos alunos se as pessoas que criam produtos não têm a necessidade de pensar acerca dos possíveis riscos associados a tais produtos.		Q19- Averiguar a opinião dos alunos se o currículo das ciências das escolas deve incluir tópicos como o modo como a ciência resolve os problemas da sociedade.
Q8- Averiguar a opinião dos alunos se os cientistas devem relatar as suas descobertas ao governo, ainda que não sejam obrigados a fazê-lo.		Q20- Averiguar a opinião dos alunos se um cientista que necessita de pessoas que “trabalhem contra o relógio” não deve contratar mulheres com filhos pequenos.
Q9- Averiguar a opinião dos alunos se os industriais que desenvolvem produtos tecnológicos, tais como novos telemóveis e aplicações para computadores, devem ser convidados a dar palestras sobre o seu trabalho.		Q21- Averiguar a opinião dos alunos se homens e mulheres devem ter iguais direitos e responsabilidades na investigação científica.
Q10- Averiguar a opinião dos alunos se o governo, as empresas e as organizações não governamentais não partilham dos mesmos valores, não podem trabalhar em conjunto.		Q22- Averiguar a opinião dos alunos se uma das funções do governo é prevenir práticas danosas ou não éticas na investigação e inovação.
Q11- Averiguar a opinião dos alunos se os cientistas devem equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação.		Q23- Averiguar a opinião dos alunos se os cientistas têm a obrigação de disponibilizar a todos os resultados das suas investigações.
Q12- Averiguar se a comunidade científica e a comunidade empresarial não podem trabalhar em conjunto quando não estão motivadas por interesses diferentes.		Q24- Averiguar a opinião dos alunos se o governo não deve determinar quais os tópicos de investigação mais importantes em detrimento de outros.

Quadro 3.3 *Estrutura do questionário IIR aos alunos (continuação).*

SEGUNDA PARTE		
Objetivo	Tipo de Qustão e Modo de resposta	
Q25- Averiguar a opinião dos alunos sobre a frequência em que participaram nas aulas de ciências em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade.	Fechada – Escala tipo Lickert, de cinco pontos com extremos “Nunca/Sempre”	
Q26- saber a opinião dos alunos sobre quais as questões éticas relacionadas com a ciência e sociedade que consideram mais relevantes no que respeita ao desenvolvimento de novas tecnologias no âmbito de determinadas áreas científicas.	Fechada – Escolha múltipla	
TERCEIRA PARTE		
Objetivo	Tipo de Qustão e Modo de resposta	Objetivo
Q27- Averiguar a opinião dos alunos se são capazes de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico atual e importante.	Fechada – Escala tipo Lickert, de cinco pontos com extremos “Discordo completamente/Concordo completamente	Q31- Averiguar a opinião dos alunos se a construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre alunos e professor.
Q28- Averiguar a opinião dos alunos se planear e construir uma exposição científica é algo que os motiva.		Q32- Averiguar a opinião dos alunos se as TIC são uma boa ferramenta para ajudar a desenvolver exposições científicas.
Q29- Averiguar a opinião dos alunos se o desenvolvimento de uma exposição cienteffica sobre um determinado tema permite aprender mais sobre o tema.		Q33- Averiguar a opinião dos alunos se são capazes de desenvolver exposições científicas como forma de alertar a comunidade para temas científicos importantes e atuais.
Q30- Averiguar a opinião dos alunos se a construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre alunos.		Q34- Averiguar a opinião dos alunos sobre se através do desenvolvimento de exposições científicas são capazes de influenciar as decisões sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.
QUARTA PARTE		
Q35- Averiguar a opinião dos alunos se nas aulas de ciências discutem sobre problemas atuais e como esses problemas afetam as suas vidas.	Fechada – Escala tipo Lickert, de cinco pontos com extremos “Discordo completamente/Concordo completamente	Q39- Averiguar a opinião dos alunos se nas aulas de ciências aprendem a agir de forma responsável.
Q36- Averiguar a opinão dos alunos se nas aulas de ciências desenvolvem competências que permitem desempenhar um papel mais ativo na sociedade.		Q40- Averiguar a opinião dos alunos se nas aulas de ciências aprendem a respeitar as opiniões dos colegas.
Q37- Averiguar a opinião dos alunos se nas aulas de ciências são encorajados a fazer questões.		Q41- Averiguar a opinião dos alunos se nas aulas de ciências aprendem formas de influenciar as decisões dos cidadãos sobre questões sociais relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.
Q38- Averiguar a opinião dos alunos se nas aulas de ciências desenvolvem projetos que consideram importantes e socialmente relevantes.		Q42- Averiguar a opinião dos alunos se nas aulas de ciências são responsáveis por iniciativas que os permitam influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

Os alunos responderam a este questionário imediatamente antes e após a implementação das atividades.

O questionário aplicado às duas professoras que participaram neste estudo era composto por uma série de escalas divididas em 5 intervalos constituídos por um conjunto de trinta itens (Anexo 2), formulados na sua maioria na forma positiva positiva, correspondendo a posição mais favorável à classificação de 5 pontos.

O questionário elaborado pelo Projeto Irresistible, foi organizado em duas partes, é constituído na primeira parte por vinte e quatro itens, análogos aos itens apresentados aos alunos, e na segunda parte por seis questões (Quadro 3.4).

Quadro 3.4 *Estrutura da segunda parte do questionário IIR aos professores.*

SEGUNDA PARTE	Objetivo	Tipo de Questão e Modo de resposta
	Q25-Averiguar a opinião dos professores se cada um dos seguintes grupos (Governo, Instituições Académicas, Cientistas, Educadores, Organizações Ambientais, Músicos, Organizações Não Governamentais, Consumidores, Empresas, Media impresso e eletrónico) pode assumir diferentes graus de responsabilidade nas consequências da investigação e da inovação na sociedade e no ambiente	Fechada – Escala tipo <i>Lickert</i> , de cinco pontos com extremos “Discordo completamente/Concordo completamente”
	Q26-Averiguar a opinião dos professores se num mundo ideal, o grau de responsabilidade que cada um destes grupos deve assumir.	Fechada – Escala tipo <i>Lickert</i> , de cinco pontos com extremos “Grau muito reduzido/Grau muito elevado”
	Q27-Averiguar a opinião dos professores no seu país o grau de responsabilidade que cada um dos grupos anteriores tem.	
	Q28-Averiguar a opinião dos professores sobre a frequência participou nas aulas de ciências, em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade.	Fechada – Escala tipo <i>Lickert</i> , de cinco pontos com extremos “Nunca/Frequentemente”
	Q29-Averiguar a opinião dos professores sobre a frequência com que participou em aulas ou workshops sobre questões éticas da ciência e sociedade.	
	Q30-Averiguar a opinião dos professores sobre a frequência em que lecionaram sobre questões éticas relacionadas com ciência e sociedade.	
	Q31-Saber a opinião dos professores sobre quais as questões éticas relacionadas com ciência e sociedade que consideram mais relevante no que respeita ao desenvolvimento de novas tecnologias no âmbito de determinadas áreas científicas.	Fechada – Escolha múltipla

Questionário de avaliação dos módulos

Com o objetivo de avaliar a experiência vivenciada quanto aos aspectos interessantes e menos interessante, às vantagens e às desvantagens sobre o trabalho realizado com recurso à metodologia IBSE, Web 2.0 e IIR elaborou-se um questionário de opinião, com questões abertas, que os alunos realizaram no final da implementação dos módulos.

Segundo Miranda (2001), as questões abertas conduzem a respostas não condicionadas, com maior liberdade na explicação, podendo facultar mais informação, mas, por outro lado, implicam grande rigor na formulação de forma a evitar a dispersão da resposta.

O questionário aplicado neste estudo foi organizado em três partes e é constituído por um conjunto de oito questões abertas (Anexo 3). A primeira parte pretende fazer uma apreciação da atividade realizada, a segunda parte questiona a opinião dos alunos sobre a aquisição de conhecimentos e a terceira parte pretende averiguar a opinião dos alunos sobre a utilização das ferramentas Web 2.0 utilizadas em sala de aula (Quadro 3.5).

A linguagem utilizada na elaboração das questões foi alvo de atenção, uma vez que se tentaram evitar ambiguidades e falta de clareza na interpretação e compreensão das mesmas, tendo sido formuladas de uma forma clara, concisa e objetiva, utilizando uma linguagem de fácil compreensão (Cohen & Manion, 1989), incluindo informação suficiente para cada questão, de modo que os alunos compreendessem efetivamente o que estava a ser perguntado (Borg & Gall, 1996).

Quadro 3.5 *Estrutura do questionário de avaliação dos módulos.*

	Objetivo	Tipo de Questão e modo de resposta
COMPORTAMENTO DA PROFESSORA	Saber a opinião dos alunos acerca do comportamento da professora durante a atividade ser diferente ou não da habitual.	Fechada (escolha múltipla) Aberta
APRECIACÃO DA ATIVIDADE	Identificar aspetos interessantes da atividade. Identificar formas de melhorar a atividade.	Aberta
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS	Investigar o que os alunos consideram que aprenderam com a atividade. Saber opinião dos alunos acerca das vantagens e desvantagens deste tipo de atividade para a sua aprendizagem.	
APRECIACÃO DA FERRAMENTA Web 2.0	Averiguar a opinião dos alunos sobre os aspetos interessantes da ferramenta Web 2.0 utilizada. Averiguar a opinião dos alunos sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta Web 2.0 utilizada. Investigar de que forma a ferramenta Web 2.0 utilizada facilitou a aprendizagem do aluno.	Aberta

Este questionário de avaliação dos módulos foi submetido a um processo de validação de conteúdo por um especialista em Educação em Ciências e foi devidamente modificado a partir das sugestões apresentadas.

3.4.3 Registos de campo.

De acordo com Merriam (1988), a observação é a melhor técnica de recolha de dados a usar quando uma atividade, acontecimento ou situação pode ser observada em primeira mão, permitindo a obtenção direta de informações.

A professora investigadora irá observar as aulas referentes ao estudo, seguindo a metodologia descrita por Merriam (1988). De acordo com esta metodologia, o observador deve: (i) registar o local e contexto onde decorrem as observações; (ii) descrever o número de participantes e as suas funções; (iii) descrever as atividades realizadas e as interações entre os participantes; (iv) registar a frequência e duração de cada observação; e (v) registar outros aspetos que considerar relevantes, tendo em conta os objetivos da investigação.

Os registos de campo serão realizados apenas após o término das aulas para que os alunos não se sintam demasiado observados e investigados, o que, de acordo com Bodgan e Biklen (1994), pode comprometer as suas ações e influenciar os resultados da investigação em curso.

3.4.4 Entrevistas a alunos e professores.

Segundo Quivy e Campenhoudt (2008) a entrevista é um método de recolha de informação especialmente adequado à análise do sentido que os entrevistados dão às suas práticas e aos acontecimentos com os quais se veem confrontados, como é o caso de sistemas de valores, referências normativas, interpretações de situações e leituras das suas próprias experiências. Trata-se de uma técnica de recolha de informação viável na investigação qualitativa e quantitativa. É um método adequado à análise de um problema específico ou à reconstituição de um processo de ação, de experiências ou de acontecimentos do passado e pode ser usada para triangulação de informação ou em conjunto com outras técnicas. A entrevista é assim, uma ferramenta de recolha de dados que permite flexibilidade e que se baseia em conversas estruturadas, com finalidades definidas e controladas pelo investigador, através da qual se tentam obter dados mais

específicos relativos ao ponto de vista dos entrevistados e relacionados com as suas experiências (Kvale, 1996).

Segundo Quivy e Campenhoudt (2008), entre o investigador e o entrevistado estabelece-se, uma troca, durante a qual o entrevistado exprime as suas perceções de um acontecimento ou de uma situação, as suas interpretações ou as suas experiências, ao passo que através das perguntas abertas e das reações, o investigador facilita essa expressão, evita que se afaste dos objetivos da investigação e permite que o entrevistado aceda a um grau máximo de autenticidade e de profundidade.

A entrevista em investigação não se improvisa, exige um elevado esforço de preparação. A entrevista deve ser estruturada em termos de blocos temáticos e de objetivos, constituindo o instrumento designado por guião de entrevista. Este guião resulta de uma preparação profunda para a entrevista e ajuda a gerir questões e relações durante a entrevista. Nele constam a formulação do problema, os objetivos que se pretendem alcançar, as questões fundamentais e orientadoras numa ordem lógica ou prática, e as perguntas de recurso a utilizar apenas quando o entrevistado não desenvolver o tema proposto ou este não atingir o grau de explicitação que se pretende (Amado, 2013).

Na preparação da elaboração dos guiões de entrevista, necessariamente, deve ter-se em consideração os seguintes aspetos: (a) definir e clarificar os conceitos ou questões que devem ser investigadas, (b) elaborar um guião de entrevista, neste caso, com questões abertas, de modo a saber o que as pessoas pensam, sem as questionar de modo direto, e (c) elaborar questões numa linguagem acessível e clara (Amado, 2013).

Neste estudo foram realizadas entrevistas aos alunos e às professoras. A professora investigadora irá realizar entrevistas em grupo focal (*Focus Group Studies*) aos alunos e entrevista semiestruturada às professoras. Como instrumento de registo, utilizou-se gravação áudio com o objetivo de tentar reduzir ao máximo a possibilidade de os instrumentos técnicos embaraçarem os entrevistados.

Segundo Yin (2003), a entrevista deverá seguir um conjunto de questões relacionadas ou pré-estabelecidas no desenho do estudo. Segundo Bogdan e Biklen (1994), quando se utiliza um guião as entrevistas oferecem ao entrevistador um espaço de manobra relativamente amplo para debater diferentes temas, o que lhe permite levantar uma série de tópicos, e oferecem aos sujeitos a oportunidade de moldar o seu conteúdo.

Desta forma, construíram-se guiões que foram utilizados nestas entrevistas, os quais se apresentam em anexo (Anexo 4).

Realizou-se uma transcrição integral destas entrevistas, sendo o conteúdo transcrito sujeito a análise e colocado em anexo (Anexo 5).

Entrevista em grupo focal

A Entrevista em grupo focal é uma técnica frequentemente utilizada na investigação em educação e consiste em envolver um grupo de representantes de uma determinada população na discussão de um tema específico, sob o controlo de um moderador que estimulará a interação e assegurará que a discussão não extravase o tema em foco. No contexto de interação surgem as informações pretendidas. Através da discussão procura-se obter informação sobre a experiência, atitudes, sentimentos e crenças dos participantes sobre o tema em causa. A interação e as reações que se geram no interior do grupo são as principais fontes de produção de dados (Amado, 2013).

A entrevista permite que os participantes possam discutir e transmitir as próprias interpretações acerca das suas vivências e manifestem os seus pontos de vista pelas suas próprias palavras (Cohen et al., 2007).

Esta técnica, segundo Amado (2013), é adequada quando se pretende (a) identificar a informação que existe em determinado meio sobre um certo fenómeno ou tema, (b) identificar as diferenças de pensamento e o leque de ideias existentes acerca de determinada realidade num determinado contexto, (c) averiguar o tom de voz, a comunicação gestual e o envolvimento emocional, comuns nas situações em que se analisa e se fala sobre determinado tópico, (d) identificar a linguagem comum, os argumentos, as crenças e os mitos em torno de um tópico e (e) diagnosticar problemas.

Uma entrevista eficaz gera uma grande variedade e quantidade de dados, repletos de palavras e expressões que mostram perspetivas e intenções que podem ser utilizadas em conjunto com a observação participante, a análise de documentos e outras técnicas (Bogdan e Biklen, 1994).

Assim, foi aplicada a entrevista em grupo focal, que constituiu uma forma de recolha de dados descritivos que são veiculados na linguagem do entrevistado, sobre factos e acontecimentos que foram objeto de análise durante o estudo, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam determinados temas que, sendo debatidos em grupo, poderão estimular o

debate, avançando ideias que se podem explorar mais tarde (Bogdan e Biklen, 1994, Yin, 2003). De acordo com as finalidades do estudo, pretendeu-se conhecer através da entrevista o ponto de vista dos participantes sobre o impacto social das atividades que realizaram e as respetivas relações, bem como o papel dos participantes enquanto cidadãos e as aprendizagens que as atividades lhe proporcionaram no âmbito da IIR. O guião da entrevista foi concebido com o objetivo de clarificar e aprofundar aspetos relativos ao ativismo e à IIR.

Tentou proporcionar-se um ambiente natural e descontraído, informando previamente os alunos entrevistados dos propósitos da entrevista. A sessão de entrevista foi realizada após a conclusão das atividades previstas nos módulos, numa aula de ciências naturais com a duração de 50 minutos, na qual a professora investigadora, entrevistou os alunos das turmas e recolheu as suas opiniões.

Entrevista semiestruturada

A entrevista semiestruturada é uma técnica de entrevista adequada quando se pretende avaliar a adequação de processos com perspetivas ou caracterizações elaboradas pelos sujeitos. A investigação, geralmente, é centrada num determinado tema, restrito por exemplo, sobre o impacto de um acontecimento ou experiência precisa – acerca do qual o investigador, frequentemente, já possui um conhecimento prévio (Amado, 2013). O entrevistador adota uma atitude de ouvinte atento, paciente e flexível, interessado em clarificar alguns aspetos do discurso, abstendo-se de avaliar o entrevistado e emitir juízos de valor (Bogdan e Biklen, 1994).

A opção pela entrevista semiestruturada deveu-se ao facto de este tipo de entrevista permitir alguma liberdade aos entrevistados na condução do seu discurso e recolher em cada uma das entrevistas dados passíveis de comparação.

De acordo com as finalidades do estudo pretendeu-se conhecer, através da entrevista às duas professoras, os aspetos positivos da atividade quanto à implementação dos módulos, as dificuldades sentidas na respetiva implementação e as modificações que poderiam ser introduzidas numa aplicação futura dos módulos. Pretendeu-se, também, perceber as reações dos alunos durante o desenvolvimento das atividades, avaliar o grau de satisfação dos mesmos no decurso da sua realização e conhecer quais as aprendizagens desenvolvidas, em termos de conhecimentos, capacidades e atitudes.

A entrevista às professoras participantes neste estudo foi realizada após a conclusão das atividades previstas nos módulos, na qual a professora investigadora, recolheu as suas opiniões.

3.5 Tratamento e Análise dos Dados

Nesta secção descrevem-se os procedimentos de tratamento e análise dos dados obtidos através da aplicação de cada um dos seguintes instrumentos de recolha de dados: mapa de conceitos realizado pelos alunos (3.5.1), questionários de opinião dos módulos (3.5.2), registos de campo elaborados pela professora investigadora (3.5.3) e entrevistas a alunos e professores (3.5.4).

3.5.1 Mapa de conceitos.

Para efetuar o tratamento dos dados recolhidos através dos mapas de conceitos elaborados pelos alunos antes e depois da implementação dos módulos começa-se por analisar o conteúdo dos mapas de conceitos. Os critérios são adaptados a partir dos critérios propostos por Novak e Gowin (1996) e são explicados no quadro 3.3. Adotar-se-á os critérios de classificação descritos tendo em conta os parâmetros que constituem a base da elaboração dos mapas de conceitos, embora Ontoria et al. (1994) sugiram, também, que cada professor experimente as suas próprias escalas numéricas e os seus próprios critérios de classificação.

Quadro 3.6 *Crítérios de classificação dos mapas de conceitos.*

Parâmetros	Observações	Pontuação
1. Proposições	Número de conceitos utilizados.	1
	Se é válida a relação de significado entre dois conceitos que é indicada pela linha que os une e pelas palavras de ligações correspondentes.	1
	Se é válida a relação de significado entre dois conceitos que é indicada pela linha que os une.	0,5
2. Hierarquia	Se o mapa revela hierarquia, isto é, se cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral do que o conceito escrito por cima dele.	5
3. Ligações cruzadas	Se o mapa revela ligações significativas entre um segmento da hierarquia conceptual e outro segmento do mesmo nível ou de outro nível.	
	- por cada relação cruzada, que seja simultaneamente válida e significativa.	10
	- por cada relação cruzada, que seja válida, mas que não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições ou conceitos relacionados.	2
4. Exemplos	Se os acontecimentos ou objetos concretos são exemplos válidos do que designam os vocábulos conceptuais.	1

3.5.2 Questionário IIR.

As respostas dadas pelos alunos ao questionário IIR serão alvo de tratamento estatístico, para cada questão irá proceder-se à realização, do teste t, em cada turma, para as médias de duas amostras emparelhadas. As hipóteses de estudo relacionam-se com as eventuais alterações de resposta, às diversas questões que constituem o questionário, aplicado para cada uma das turmas, antes e depois do estudo. Pretende-se averiguar se as respostas às questões do questionário, diferiram significativamente ou não, nos diferentes momentos da sua aplicação:

- Hipótese nula H_0 : a resposta à questão não difere significativamente antes e depois;
- Hipótese alternativa H_1 : a resposta à questão difere significativamente antes e depois.

Para testar as duas hipóteses vai-se comparar o valor do *p-value* bi-caudal com um nível de significância de 5%.

3.5.3 Questionário de opinião.

As respostas dadas pelos alunos aos questionários de opinião serão alvo de tratamento estatístico. No caso das respostas às questões fechadas, irá contabilizar-se a frequência de cada opção escolhida e constroem-se tabelas sistematizando com os resultados obtidos. Relativamente às respostas das questões abertas, será efetuada a análise de conteúdo, e após análise das respostas proceder-se-á à sua categorização e elaboração de tabelas de frequências.

Entende-se por análise de conteúdo um conjunto de técnicas das comunicações que permitem obter através de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadoras (quantitativos ou não) a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção-recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 1977). Segundo esta autora, trata-se de um tipo de análise que envolve a classificação dos elementos de significação constitutivos de um texto, de acordo com determinadas categorias suscetíveis de introduzir ordem na aparente desordem dos dados brutos e que permitem a classificação dos elementos de significação constitutivos da mensagem.

Bogdan e Biklen (1994) referem que o investigador desenvolve um sistema de codificação para organizar os seus dados, de forma a facilitar a sua análise. À medida que

vai lendo os dados, repetem-se ou destacam-se certas palavras, frases e padrões de comportamento. Estas palavras, frases e padrões são categorias de codificação. Assim, as categorias constituem um meio de classificação dos dados descritivos que o investigador recolheu e o material contido num determinado tópico pode ser relacionado com outros dados.

3.5.4 Registos de campo.

Para o tratamento dos registos de campo, os dados recolhidos não foram categorizados *a priori*. Irá preceder-se à seleção das anotações que, pela sua relevância, adequabilidade e consistência, permitam corroborar e complementar os dados obtidos através de outros instrumentos utilizados.

3.5.5 Transcrições das gravações áudio das entrevistas.

Para o tratamento dos dados provenientes das gravações áudio das entrevistas realizadas aos alunos e às professoras, que decorreram na fase final do estudo, irá recorrer-se à análise de conteúdo.

4. Apresentação e Análise de Resultados

Neste capítulo, apresentam-se e analisam-se os resultados do estudo. Esta análise é realizada em função dos objetivos definidos inicialmente, pelo que se encontra dividida em quatro subcapítulos: o primeiro capítulo é relativo à construção de conhecimento sobre a conceção e realização de atividades educativas de natureza investigativa (de tipo IBSE) sobre investigação e inovação responsáveis em áreas científicas atuais e controversas que integram aplicações da Web 2.0 (4.1). O segundo subcapítulo é relativo às aprendizagens realizadas durante o estudo (4.2). O terceiro subcapítulo refere-se às perceções e atitudes dos alunos relativamente às atividades implementadas (4.3) e o quarto subcapítulo referente às perceções das professoras relativamente a essas mesmas atividades (4.4).

4.1 Conceção de atividades IBSE sobre IIR em áreas científicas atuais e controversas que integram aplicações da Web 2.0

4.1.1 Construção dos módulos

A professora investigadora, no âmbito da formação do Projeto IRRESISTIBLE criou três módulos: módulo 1: “Vacinar ou não Vacinar?”, módulo 2: “Portugal é mais Mar?” e módulo 3: “Degelo e Erosão: Qual a relação?”. Cada módulo é acompanhado pelos respetivos guiões de atividades do professor, do aluno e grelhas de avaliação para professores e alunos (CD-ROM).

Os módulos foram construídos segundo a metodologia IBSE dos 7E com recurso a aplicações da Web 2.0 sobre as áreas científicas atuais, numa perspetiva de IIR. Cada módulo de ensino:

- (a) contextualiza o tema a ser investigado, introduzindo-o através de uma situação do dia-a-dia;
- (b) faz uso da metodologia IBSE com recurso a aplicações da Web 2.0, estimulando e promovendo a observação, classificação, experimentação e a explicação dos fenómenos e propriedades relevantes do tema em investigação;
- (c) aborda os aspetos IIR do tema em estudo: implicações sociais e ambientais, aspetos éticos, e outros;

- (d) inclui sugestões metodológicas para os professores acerca da implementação de cada módulo em sala de aula;
- (e) disponibiliza fontes de informação adicionais sobre a temática;
- (f) permite aos alunos planear uma exposição sobre o tema investigado.

Pretende-se que esta metodologia apresente o tema em investigação, realçando os fenómenos e propriedades mais relevantes e abordando as implicações sociais e ambientais, numa perspetiva IIR.

Os módulos criados foram implementados em contexto real de ensino-aprendizagem. A aplicação do módulo 1 “Vacinar ou não Vacinar?” fez-se em três turmas do 9.º ano, por dois professores, durante os 1.º e 2.º períodos letivos, e permitiu identificar as possibilidades e as dificuldades da respetiva implementação em sala de aula e em relação à metodologia, bem como formas de aperfeiçoar o módulo futuramente. A identificação das possibilidades, das dificuldades e das sugestões de melhoria permitiram efetuar algumas alterações aos restantes módulos antes da sua aplicação em contexto de sala de aula.

4.1.2 Avaliação dos módulos: potencialidades e fragilidades

Os módulos foram submetidos a um processo de validação por especialistas em didática das ciências e professores da CdA IRRESISTIBLE de ciências naturais e de biologia e geologia. Os especialistas em didática das ciências (E) e os professores da CdA IRRESISTIBLE (P) identificaram potencialidades e fragilidades dos módulos e sugeriram formas de melhorar os domínios IBSE 7E, IIR e ferramentas Web 2.0, a partir das quais foram efetuadas as correspondentes alterações.

Quadro 4.1 *Potencialidades e fragilidades dos módulos.*

Módulo “Vacinar ou não vacinar?”	
Potencialidades	Fragilidades
<ul style="list-style-type: none"> - Título do módulo aborda um tema atual relevante para os alunos e para a sociedade; (P) - Parte de uma questão interessante, polémica que levanta questões da aplicação da Ciência e Tecnologia e de ordem social; (P) - Relaciona-se com a primeira unidade do programa de ciências naturais do 9.º ano – unidade 1 – saúde individual e comunitária; (P) - Estabelece a ponte com um dos temas abordados na formação IRRESISTIBLE: Biotecnologia e Bioética; (P, E) - Integra os domínios do projeto IRRESISTIBLE: IBSE e 7E, IIR e ferramentas da Web 2.0; (P, E) - A utilização de ferramentas da Web 2.0 (<i>Google, Youtube, Publisher e Moviemaker</i>) é feita em todas as atividades; (P) - A aplicação do módulo permite que qualquer professor facilmente utilize e aplique a metodologia dos 7E e algumas ferramentas da Web 2.0, dado que integra os 7 componentes estimulando e promovendo a observação, classificação, a explicação dos fenómenos e a sua relevância; (P) - A aplicação deste módulo permite que alunos e a comunidade façam a relação entre a importância da Ciência, do conhecimento científico e da Tecnologia para a Sociedade (bem estar público-saúde); (P) - Demonstra a importância que cada um de nós e a sociedade tem, para divulgar a informação científica, controlar e decidir sobre a aplicação dos conhecimentos científicos e da tecnologia; (P) - Permite uma investigação orientada, partindo da definição de vacina, para uma pesquisa na qual algumas ou quase todas as informações com as quais os alunos interagem têm origem na internet, artigos em jornais e revistas e artigo científico, contribuindo, para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais interessante, com a vantagem de se centrar na auto-aprendizagem dos alunos; (P) - Contribui para uma aprendizagem dinâmica, valorizando o trabalho de grupo, a pesquisa, estimulando os alunos a serem “investigadores criativos” e aproveitando ainda as competências que já adquiriram na internet; (P) - Os mapas de conceitos que vão elaborar no início e no fim vai permitir a todos os alunos poderem comparar os conhecimentos e conceitos que inicialmente tinham sobre as vacinas e os que têm no final da atividade, reconhecendo a importância do trabalho de pesquisa e investigativo que desenvolveram; (P) - A avaliação é adequada, genérica e simples que permite a cada aluno e ao professor avaliar o trabalho que está a ser desenvolvido (grelhas de avaliação para o aluno e professor) e a avaliação do produto final o vídeo (grelha de avaliação do vídeo); (P, E) - A divulgação dos panfletos e vídeos na escola, nas farmácias e centros de saúde irá facilitar a partilha de todo o trabalho desenvolvido a toda a comunidade. Tornando possível a cada cidadão, refletir sobre os conteúdos, as inovações científicas e tecnológicas e construir de uma forma esclarecida uma opinião acerca da importância para a saúde individual e pública da vacinação e tornar as suas decisões (vacinar ou não vacinar) de forma esclarecida, sendo atingida alguma interatividade. (P, E) 	<ul style="list-style-type: none"> - Guião do aluno deverá ter instruções mais detalhadas no sentido de orientar melhor os alunos; (P, E) - Ausência de um guião de exploração do artigo científico: “Biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de vacinas”. (P)

Quadro 4.1 *Potencialidades e fragilidades dos módulos (continuação).*

Módulo “Portugal é mais mar?”	
Potencialidades	Fragilidades
<ul style="list-style-type: none"> - A atualidade do tema proposto, título evoca de imediato conceitos relacionados simultaneamente com a tecnologia e a investigação que está a ser desenvolvida no projeto Portugal é mar; (P) - O módulo permite os alunos envolverem-se de modo a concretizar atividades que visam trabalhar com os 7E de forma progressiva e que pode incluir aspetos importantes com o recurso a aplicações da Web 2.0 e ainda os aspetos da IIR; (P, E) - A avaliação proposta no módulo, tanto do processo como do produto permite ao aluno ter conhecimento de si próprio a medida que vai construindo os diferentes produtos e conhecer significativamente a qualidade do que vais produzindo; (P) - A divulgação dos cartazes na escola e exposição NOSTRUM irá facilitar a partilha de todo o trabalho desenvolvido a toda a comunidade. Tornado possível a cada cidadão, refletir sobre os conteúdos, as inovações científicas e tecnológicas e construir de uma forma esclarecida uma opinião acerca da importância desta proposta entregue à ONU. (P, E) 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de clarificação das questões IIR a abordar com os alunos. (E).
Módulo “Degelo versus Erosão: Qual a relação?”	
Potencialidades	Fragilidades
<ul style="list-style-type: none"> - A atualidade da temática proposta enquanto mote para uma atividade investigativa; (P) - A diversidade e interligação de temáticas, o que potencia a possibilidade de ser integrado num conjunto de outros projetos; (P) - a possibilidade de gerarem na escola uma dinâmica de atuação coletiva para um objetivo comum: a proteção de um bem essencial que é o planeta Terra enquanto território comum a todas as espécies vivas e sobre o qual temos especial responsabilidade. (P) 	<ul style="list-style-type: none"> - As notícias escolhidas incidem sobretudo em consequências do aumento da temperatura e no contexto do território português; (P) - Ausência de um guião de exploração do vídeo e da notícia “Tempo está a esgotar-se para reduzir o aquecimento global, diz estudo da ONU”; (P) - Falta de alguma controvérsia no módulo. (E)

Os alunos do 3.º CEB, 8.º e 9.º e as professoras que aplicaram os módulos em contexto de sala de aula também avaliaram os módulos de ensino e deram algumas sugestões, a partir das quais foram efetuadas as devidas alterações.

Relativamente às modificações que as professoras introduziriam nos módulos, a professora que os experimentou no 8.º ano não sugeriu qualquer alteração. No entanto, a professora responsável pela experimentação do módulo do 9.º ano sugere textos mais curtos, salientando apenas os aspetos relevantes a serem explorados pelos alunos:

P1: Não alteraria nada, pois no meu ver estão bastante bem encaminhados o que facilita a nossa preparação.

P2: Textos mais curtos. Focando o mais importante da notícia: quem optou por não vacinar e consequências; como se fabricam e funcionam as vacinas...

Relativamente às melhorias que os alunos introduziriam na atividade, a maioria dos alunos considerou que a atividade não necessitava ser melhorada. No entanto, alguns alunos sugeriram o uso de mais ferramentas da Web 2.0, a maior partilha de opiniões com os outros grupos de trabalho, os textos informativos mais curtos, mais tempo para a realização das tarefas e, também, que a atividade deveria ter incluído atividades experimentais.

A sequência seguinte de iterações permitiu introduzir as seguintes alterações nos módulos:

Quadro 4.2 *Alterações introduzidas nos módulos.*

Módulos	Quem as propôs	Iteração	Alterações introduzidas nos módulos
Vacinar ou não Vacinar?	Professor e Especialista (CdA IRRESISTIBLE)	1ª iteração	- Guião do aluno com instruções mais orientadas;
	Professor (CdA IRRESISTIBLE)	1ª iteração	- Exploração em sala de aula do artigo científico;
	P2 e alunos	2ª iteração	- Textos informativos mais curtos, focando o mais importante das notícias;
	Alunos	2ª e 3ª iteração	- Utilização de mais ferramentas da Web 2.0; - Partilha de ideias com os outros grupos de trabalho.
Portugal é + Mar?	Especialista (CdA IRRESISTIBLE)	1ª iteração	- Exploração em sala de aula das questões IIR inerentes ao projeto de Alargamento da Plataforma Continental;
Degelo versus Erosão: Qual a relação?	Professor (CdA IRRESISTIBLE)	1ª iteração	- Notícias que também exploram as consequências do aumento da temperatura não só para o Território Português mas também anível global - Planeta Terra;
	Especialista (CdA IRRESISTIBLE)	1ª iteração	- Guiões de exploração para as notícias; - Exploração de alguns dados do protocolo de Quioto (de modo a acrescentar alguma controvérsia ao módulo).
	Alunos	2ª e 3ª iteração	- Utilização de mais ferramentas da Web 2.0; - Mais sugestões de atividades experimentais.

4.2 Aprendizagens Ocorridas

De forma a obter informação acerca das aprendizagens ocorridas analisaram-se os mapas de conceitos que os alunos elaboraram individualmente, antes e depois da implementação dos módulos, e os trabalhos finais das turmas: pósteres, panfletos, vídeos e exposição científica

A discussão começa pelos resultados obtidos nos mapas de conceitos (4.2.1). Seguidamente, apresentam-se os dados recolhidos através da análise de conteúdo dos trabalhos finais (4.2.2).

4.2.1 Análise dos mapas de conceitos.

Os alunos das turmas participantes elaboraram dois mapas de conceitos, um no início da implementação das situações de aprendizagem com a temática abordada no módulo, e o outro no final da implementação do módulo.

Os mapas de conceitos foram analisados de acordo com os critérios adaptados a partir dos propostos por Novak e Gowin (1996) descritos no ponto 3.5.1 desta tese. Nos quadros 4.3 a 4.9 (Anexo 6) estão representados os resultados dessa análise efetuada a ambos os mapas de conceitos por cada aluno. A análise desses quadros revela um maior número de conceitos selecionados, hierarquias e relações válidas no mapa de conceitos final, o que corresponde, segundo Novak e Gowin (1996), a uma melhor compreensão dos conceitos em causa.

A análise dos gráficos das figuras 4.1 a 4.10 evidencia uma maior complexidade dos segundos mapas de conceitos elaborados pelos alunos, em relação aos primeiros. Os resultados obtidos demonstram, assim, uma melhoria na qualidade dos conhecimentos dos alunos, face aos iniciais. Verificou-se, na maioria dos alunos, um aumento do número de proposições utilizadas, um maior número de relações válidas e um maior número de hierarquias.

Módulo “Vacinar ou Não Vacinar?”

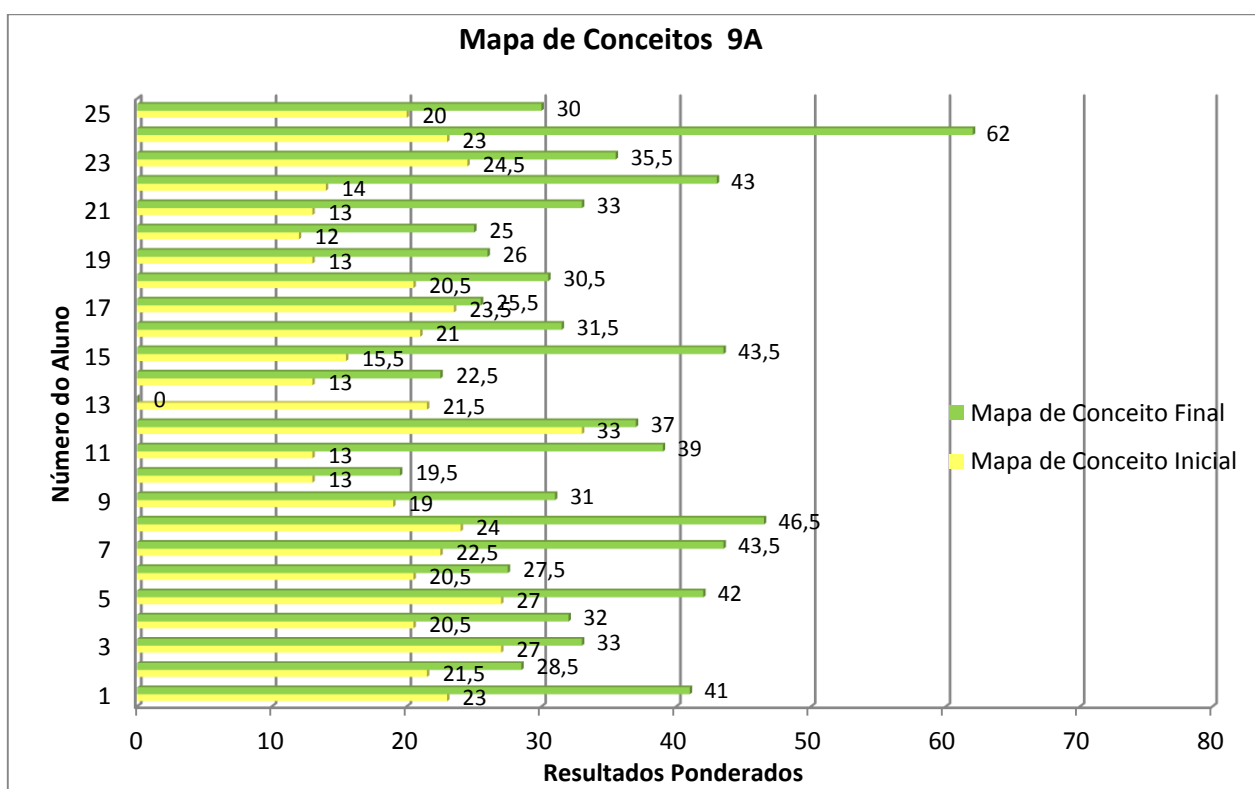


Figura 4.1 Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final da turma 9A

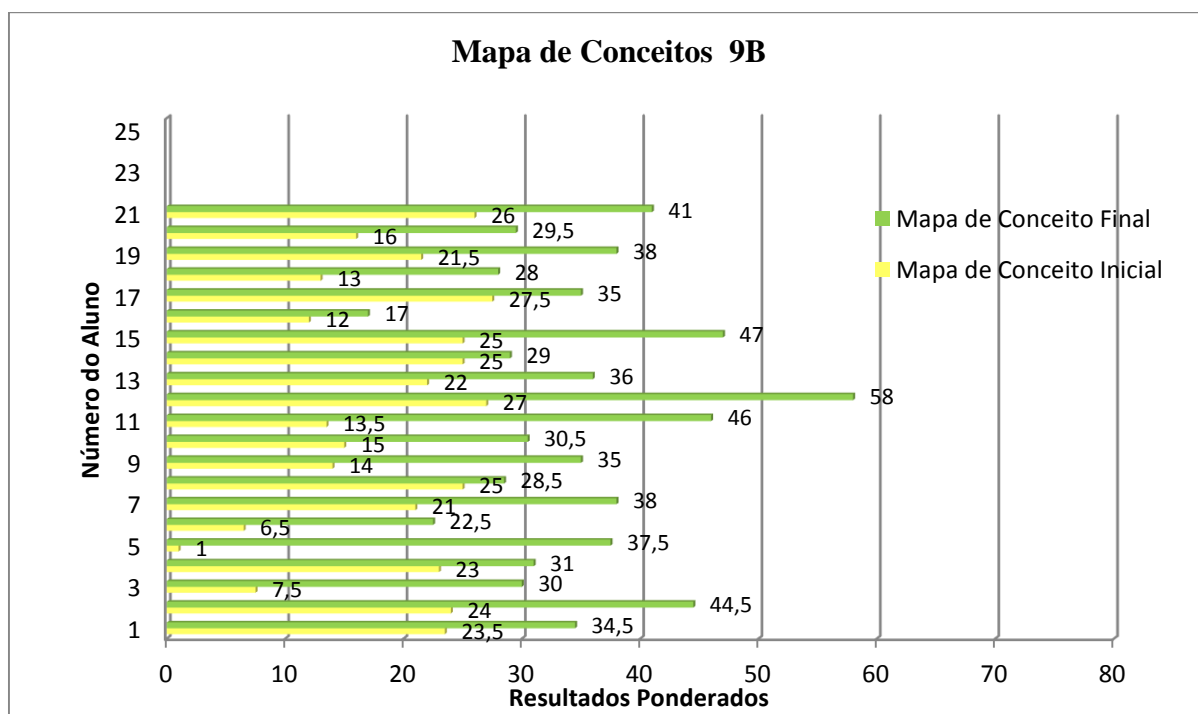


Figura 4.2 Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final da turma 9B

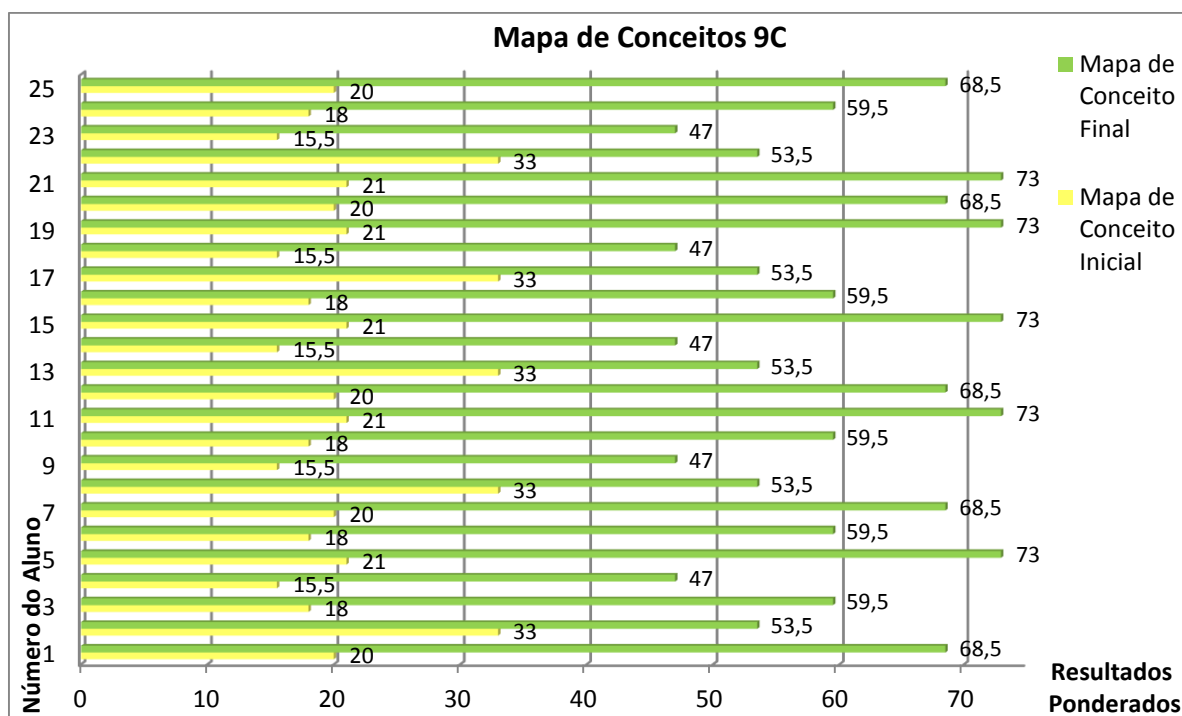


Figura 4.3 Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final da turma 9C

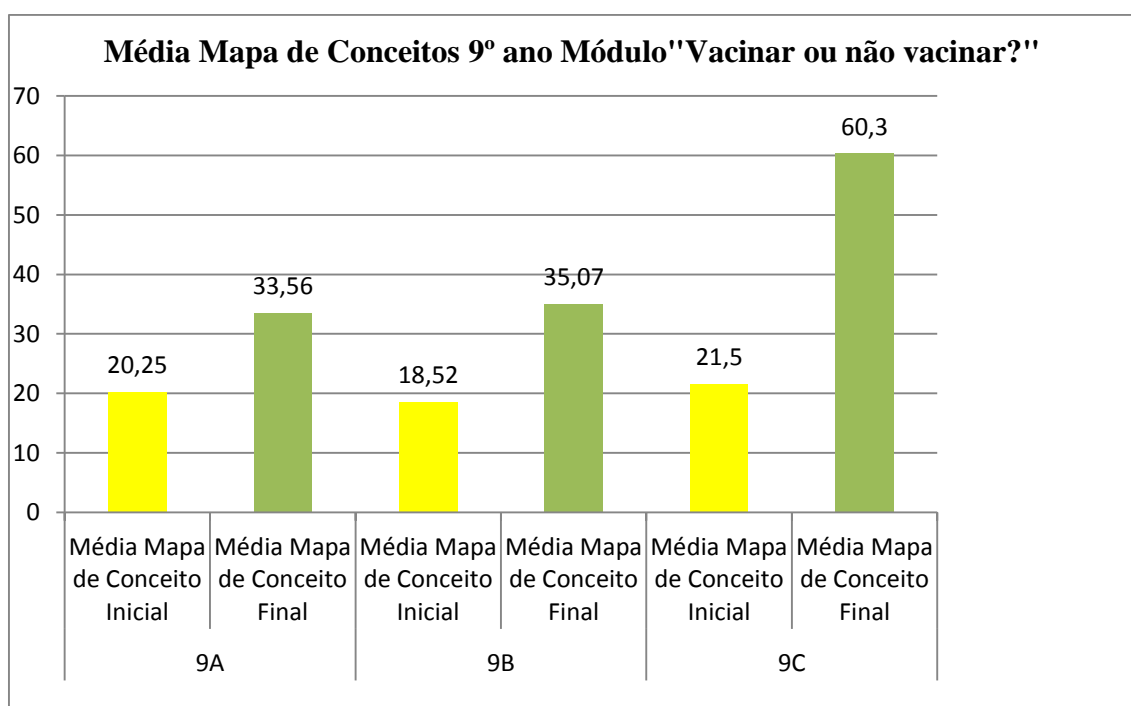


Figura 4.4 Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final das turmas do 9ºano

Módulo “Portugal é + Mar?”

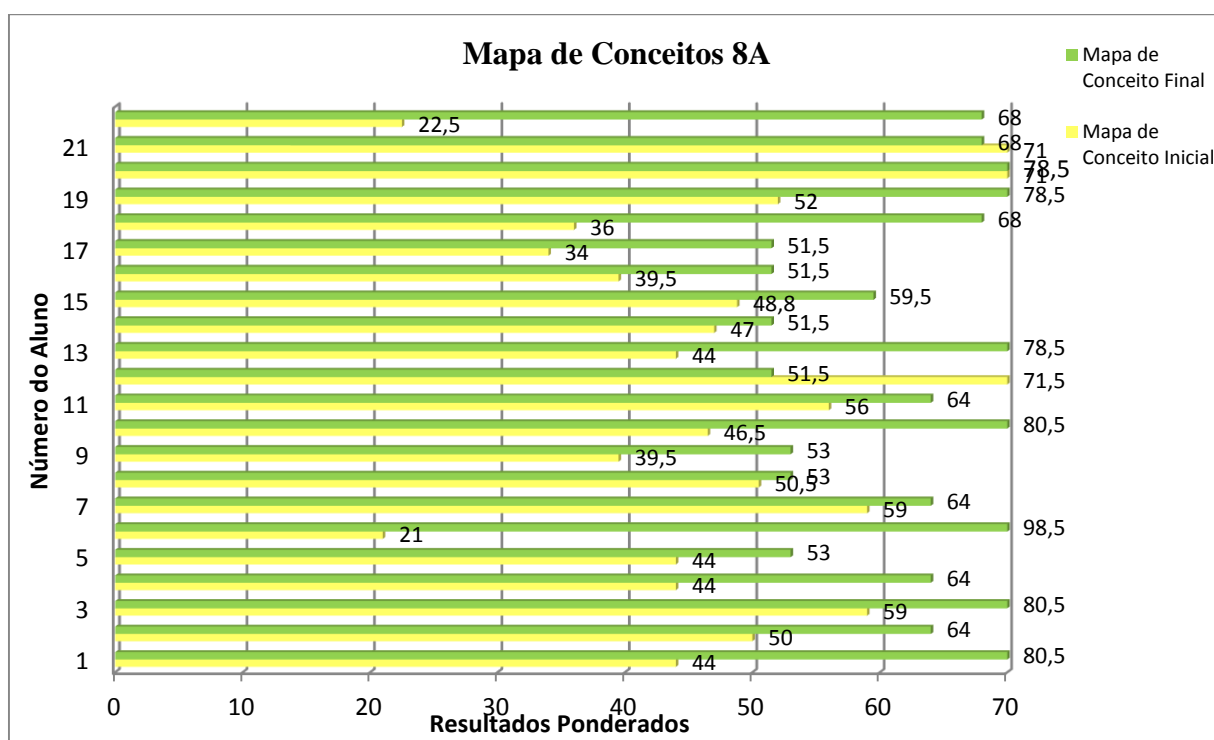


Figura 4.5 Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final da turma 8A

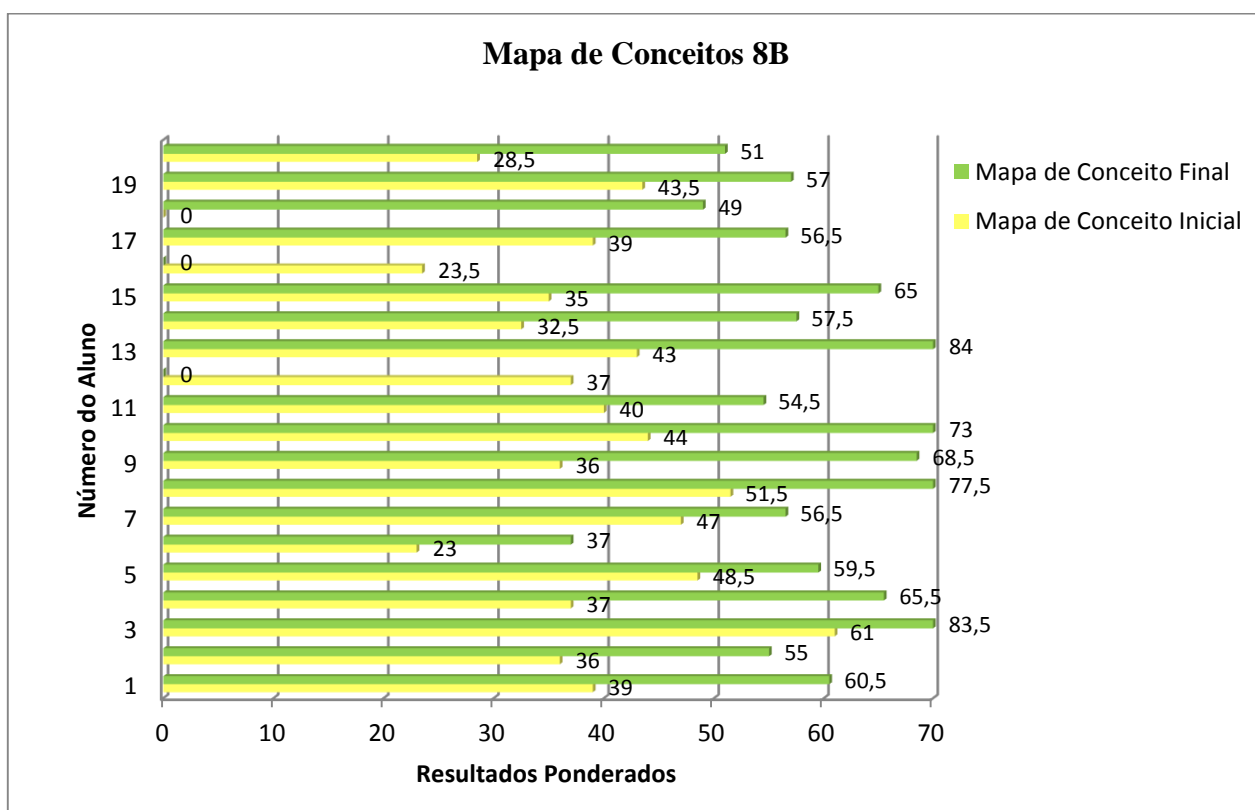


Figura 4.6 Comparação entre os Mapas de conceitos inicial e final da turma 8B

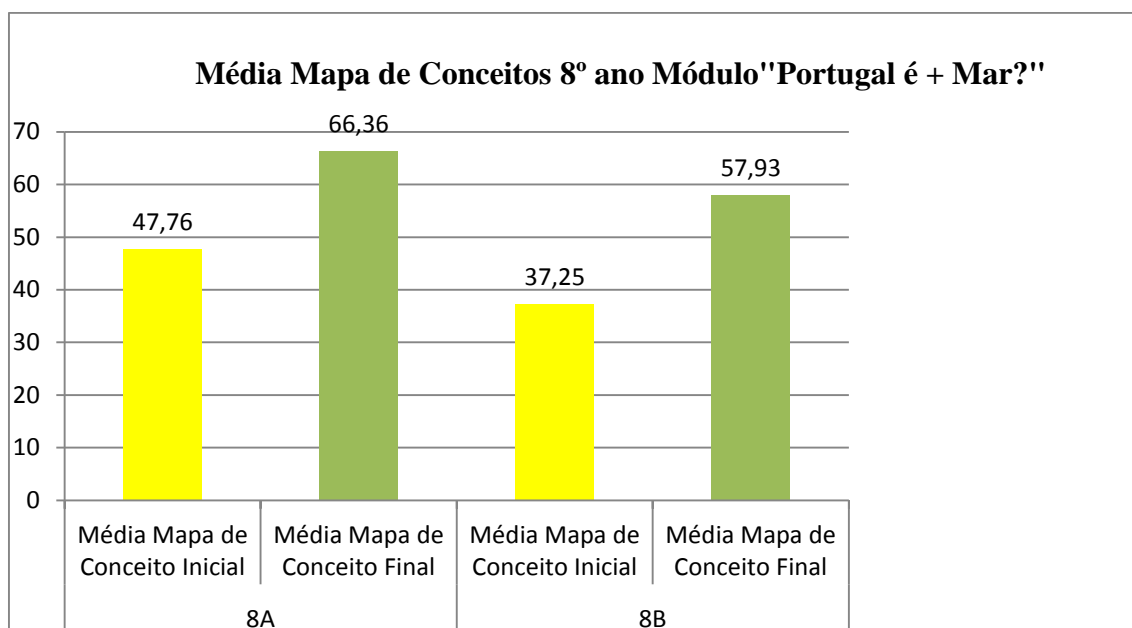


Figura 4.7 Comparação entre os Mapas de conceitos inicial e final das turmas do 8º ano

Módulo “Degelo *versus* Erosão: Qual a relação?”

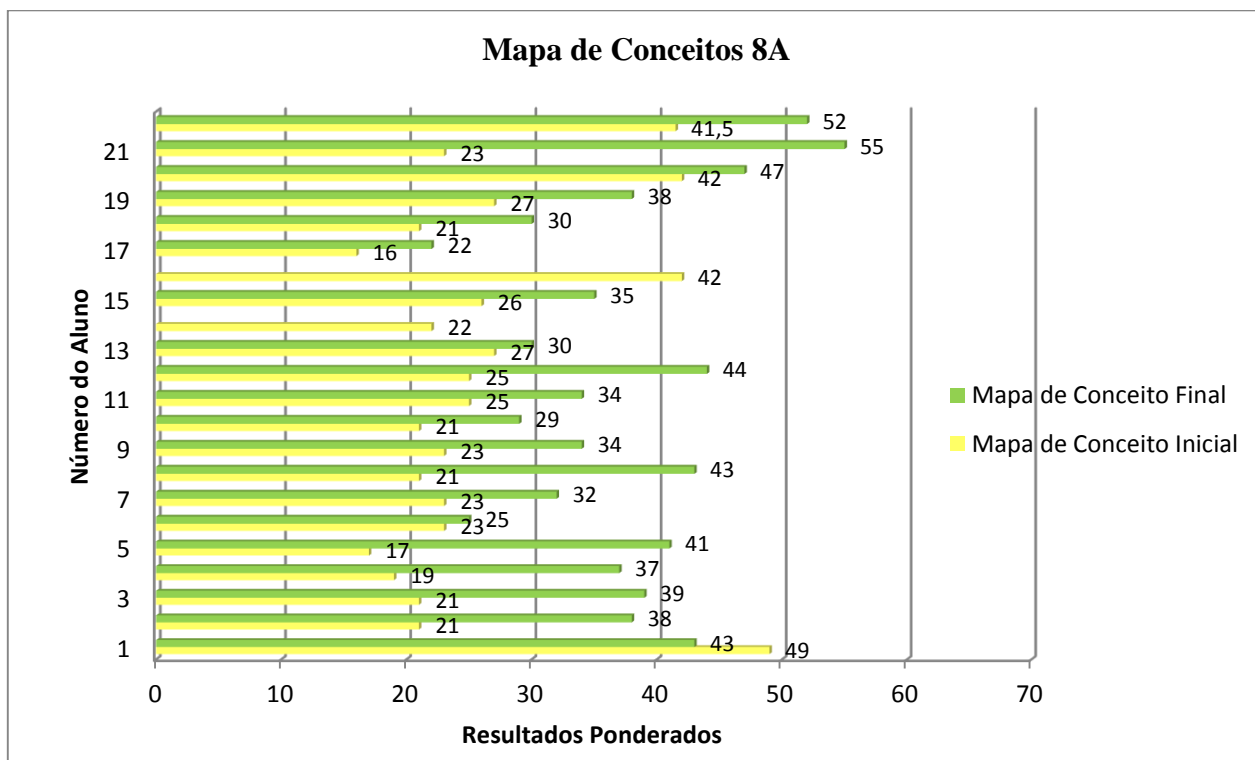


Figura 4.8 Comparação entre os Mapas de conceitos inicial e final da turma 8A

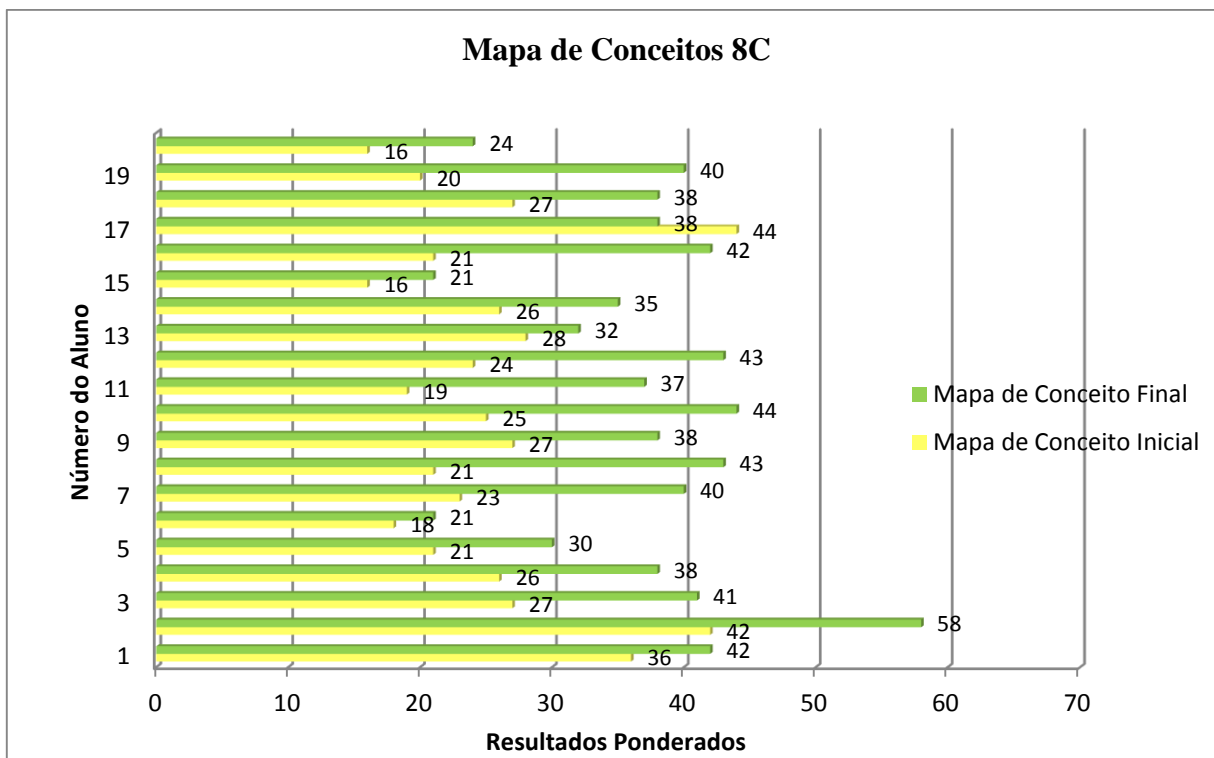


Figura 4.9 Comparação entre os Mapas de Conceitos inicial e final da turma 8C

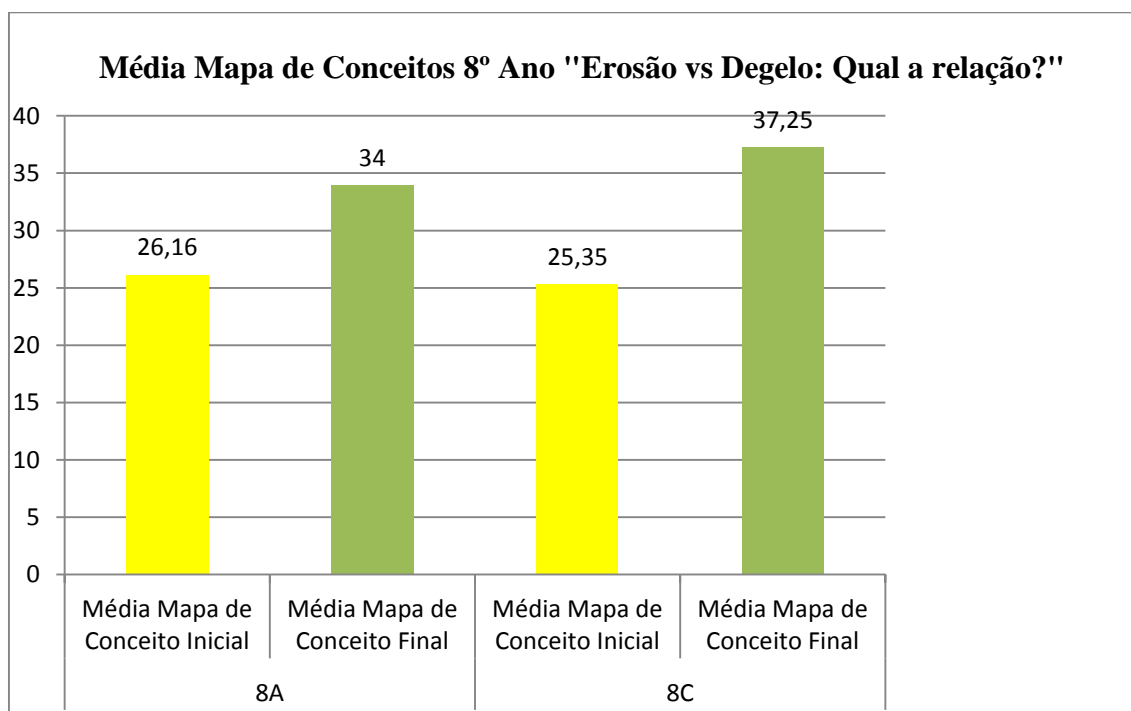


Figura 4.10 Comparação entre os Mapas de conceitos inicial e final das turmas do 8º ano

Os segundos mapas de conceitos elaborados pelos alunos, relativos às temáticas científicas abordadas em cada um dos módulos, eram mais complexos do que os

primeiros, o que demonstra uma melhoria na qualidade dos conhecimentos face aos conhecimentos iniciais. Em todas as turmas, envolvidas neste estudo, verificou-se, na maioria dos alunos, um aumento do número de conceitos utilizados, um maior número de relações válidas, um maior número de hierarquias e um maior número de exemplos válidos.

Estas conclusões sugerem que a utilização da abordagem de ensino IBSE com recurso a aplicações da Web 2.0 nas atividades investigativas, em que se estimula e se promove a observação, a experimentação e a explicação de fenómenos relativos à área científica em estudo. A contextualização dos temas científicos, através de situações do dia-a-dia, a abordagem dos aspetos da IIR relativos à área científica, o planeamento e a construção da exposição científica permitiu que a maioria dos alunos desenvolvesse conhecimentos sobre as áreas científicas investigadas.

4.2.2 Análise dos trabalhos finais

Todos os trabalhos das turmas - exposição científica, pósteres, vídeos, panfletos (Anexo 7) - abordam os seis pontos-chave da IIR em relação à área científica explorada nas aulas (Quadro 4.10), exceto a turma 9C da qual não há evidência relativamente à categoria “igualdade de género”.

Quadro 4.10 *Análise dos trabalhos realizados pelas turmas - Módulo “Vacinar ou não Vacinar?”*

Turma	Categorias de resposta Dimensões da IIR	Evidências
9A	Envolvimento	“Programa Nacional de Vacinação (PNV) ser universal e gratuito”;
	Igualdade de Género	“investigadora Maria Manuel Mota: trabalho desenvolvido na investigação de estratégias na prevenção e tratamento da malária através de vacinas”;
	Educação em Ciências	“ <i>site</i> : vacinas.com.pt”;
	Livre acesso	“ <i>site</i> : vacinas.com.pt”;
	Ética	“em quem são administradas as vacinas em estudo? no Homem ou em animais? Se for no Homem, o que acontece se a vacina não for bem sucedida? E se for nos animais? Será que a vacina terá o mesmo efeito no Homem?, Farsa da Gripe A”;
	Governança	“informação disponibilizada no site da direção-geral da saúde: www.dgs.pt ”, Programa Nacional de Vacinação (PNV) universal e gratuito, Farsa da Gripe A”;

Quadro 4.10 *Análise dos trabalhos realizados pelas turmas - Módulo “Vacinar ou não Vacinar?”*(continuação).

Turma	Categorias de resposta Dimensões da IIR	Evidências
9B	Envolvimento	“Programa Nacional de Vacinação (PNV) ser universal e gratuito, recomendações no domínio da política da vacinação nacional não se esgotam apenas com o PNV estratégias vacinais são divulgadas sempre que a situação epidemiológica ou outros fatores o justifiquem”;
	Igualdade de Género	“investigadora Paula Ferreira do ICBAS (instituto de ciências biomédicas Abel Salazar) lidera grupo de investigação que desenvolveu vacina contra o principal agente causador de infeções nos recém nascidos responsável pela septicemia e pela meningite”;
	Educação em Ciências Livre acesso	“ <i>site</i> : vacinas.com.pt “repositórios de artigos e trabalhos de investigação”
	Ética	“laboratórios de vacinas e governos cúmplices apenas por interesses económicos - Farsa da Gripe A, testes experimentais das novas vacinas nos animais”;
	Governança	“implantação da codificação e rastreabilidade de medicamentos, Programa Nacional de Vacinação (PNV) ser universal e gratuito, recomendações no domínio da política da vacinação nacional não se esgotam apenas com o PNV estratégias vacinais são divulgadas sempre que a situação epidemiológica ou outros fatores o justifiquem”;
9C	Envolvimento	“Programa Nacional de Vacinação (PNV) ser universal e gratuito”;
	Igualdade de Género	<hr/>
	Educação em Ciências Livre acesso	“ <i>site</i> : vacinas.com.pt”; “ <i>site</i> : vacinas.com.pt”;
	Ética	“laboratórios de vacinas e governos cúmplices apenas por interesses económicos - Farsa da Gripe A”;
	Governança	“Programa Nacional de Vacinação (PNV) ser universal e gratuito”;

Quadro 4.11 *Análise dos trabalhos realizados pelas turmas – Módulo “Portugal é mais mar?”*

Turma	Categorias de resposta Dimensões da IIR	Evidências
8A	Envolvimento	“visitas de estudo ao emepc, workshop para alunos, divulgação de notícias nos media”;
	Igualdade de Género	“piloto Rov feminina: Andreia Afonso”;
	Educação em Ciências	“site Kit do Mar, mapas PORTUGAL é MAR”;
	Livre acesso	“site emepc: comunicação e divulgação”;
	Ética	“apreciação nas Nações Unidas”;
	Governança	“identificação das identidades governamentais que colaboram neste projeto”.
8B	Envolvimento	“livro: Extensão da Plataforma continental – um projeto de Portugal, site do emepc”;
	Igualdade de Género	“equipa emepc com igual número de homens e mulheres, piloto ROV feminina: Andreia Afonso”;
	Educação em Ciências	“equipa emepc com igual número de homens e mulheres, piloto ROV feminina: Andreia Afonso”;
	Livre acesso	“site do projeto educativo Kit do mar”;
	Ética	“site do emepc: divulga dados e amostras da investigação”;
	Governança	“Processo de apreciação das Nações Unidas”; “carta de missão de outubro de 2013”.

Quadro 4.12 *Análise dos trabalhos realizados pelas turmas – Módulo “Degelo e Erosão: Qual a relação?”*

8A	Envolvimento	“congressos e reuniões científicas de sensibilização; Portal Polar português, Polar Bears International”;
	Igualdade de Género	“Woman in Polar Science Group, Geóloga Patrícia Azinhaga”;
	Educação em Ciências	“Programa Polar Português PROPOLAR, Blog 60°S da geóloga Patrícia Azinhaga, Blog Ciência Polar do cientista polar José Xavier”;
	Livre acesso	“jornal de acesso aberto: “Artic Science”;
	Ética	“Protocolo de Quioto”;
	Governança	“Tratado da Antártida de 1 de dezembro de 1959, cooperação internacional na exploração científica”.
8C	Envolvimento	“Livro do cientista polar José Xavier: Experiência Antártica, Ações desenvolvidas pelo Programa Polar Português: ano polar, semana polar, Polar Bears International”;
	Igualdade de Género	“Cientista Polar Patrícia Azinhaga”;
	Educação em Ciências	“Programa PROPOLAR, Blog 60°S”;
	Livre acesso	“Publicação: Artic Science”;
	Ética	“Falta de ética com a aquisição de cotas do Protocolo de Quioto dos países menos desenvolvidos”;
	Governança	“Protocolo de Quioto de 1997”.

Os trabalhos finais das turmas do 9.º ano, relativamente ao Módulo “Vacinar ou não vacinar?” abordam os seis pontos-chave da IIR da área científica investigada na aula, com exceção da turma 9C da qual não há qualquer evidência relativa à categoria “igualdade de género”. As dimensões da IIR mais referidas por todas as turmas do 9.º ano foram o “envolvimento”, a “ética” e a “governança”, as dimensões menos referidas foram a “educação em ciências”, o “livre acesso” e a “igualdade de género”.

Quanto aos módulos “Portugal é + mar?” e “Degelo e Erosão: Qual a relação?”, os trabalhos finais realizados pelos alunos do 8.º ano abordaram os seis pontos-chave da IIR, tendo sido o “envolvimento” e a “educação em ciências” as dimensões mais referidas pelos alunos.

4.3 Perceções e atitudes dos Alunos Relativamente às Atividades

No terceiro subcapítulo, com a finalidade de descrever as perceções e atitudes dos alunos relativamente às atividades desenvolvidas nas aulas de Ciências Naturais, são apresentados, tratados e discutidos os resultados referentes ao questionário IIR (4.3.1) e de avaliação dos módulos (4.3.2). Em simultâneo, apresentam-se e discutem-se alguns dados obtidos através dos registos de campo da professora investigadora (4.3.3) e os dados recolhidos a partir da entrevista aos alunos (4.3.4).

4.3.1 Análise dos dados do questionário IIR aos alunos

Dos questionários aplicados aos alunos das turmas A, B e C dos 8.º e 9.º anos registaram-se 116 válidos, sendo 55 respostas correspondentes ao 8.º ano e 61 ao 9.º ano.

Entre os questionários válidos, 62 correspondem a alunos do género feminino e 54 a alunos do género masculino.

O questionário encontra-se dividido em 4 partes: a 1.ª parte, desde a 1.ª à 24.ª questão, a 2.ª parte com a 25.ª e 26.ª questões, a 3.ª parte desde a 27.ª à 34.ª questões e a 4.ª parte desde a 35.ª à 42.ª questões.

As hipóteses de estudo relacionam-se com as eventuais alterações de resposta, às diversas questões que constituem o questionário, aplicado para cada uma das turmas, antes e depois do estudo. Assim, pretendeu-se averiguar se as respostas às questões do questionário, diferiram significativamente ou não, nos diferentes momentos da sua aplicação. Deste modo, para cada uma das questões procedeu-se à realização, do teste *t*,

em cada turma, para as médias de duas amostras emparelhadas. Tem-se, portanto uma situação em que se pretende testar:

- Hipótese nula H_0 : A resposta à questão não difere significativamente antes e depois;
- Hipótese alternativa H_1 : A resposta à questão difere significativamente antes e depois.

Para testar as duas hipóteses comparou-se o valor do *p-value* bi-caudal (realçado a cinzento nas tabelas) com um nível de significância de 5%, garantindo, assim, que as decisões sobre rejeição *versus* não rejeição da hipótese nula fossem tomadas com um grau de confiança de 95%.

Todas as questões foram alvo de análise à exceção da 26.^a questão, uma vez que o teste *t* não se adequa a um item com múltiplas respostas.

A análise estatística dos dados dos inquéritos foi realizada através das Funções Estatísticas e das Ferramentas de Análise Dados do *Microsoft Excel* 2007.

Optou-se por apresentar as tabelas de resultados da aplicação do teste *t* apenas para as questões onde a hipótese nula é rejeitada. Indicam-se, ainda, os valores dos *p-values* bi-caudais das questões próximas da rejeição.

As tabelas de resultados da aplicação do teste *t* para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente às questões do inquérito encontram-se no anexo 8.

TURMA 8A

Na turma 8A registaram-se 22 questionários válidos, respondidos por 10 alunos do género masculino e 12 do género feminino.

Quadro 4.13 *Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 8A*

	Questão	Média		P(T<=t) bi- caudal
		Pré	Pós	
1ª P A R T E	Q1- Os cientistas devem dar palestras sobre o seu trabalho nas aulas de ciências.	3,773	4,409	0,005
	Q9 – Os industriais que desenvolvem produtos tecnológicos, tais como telemóveis e aplicações para computadores, devem ser convidados a dar palestras sobre o seu trabalho nas escolas.	3,409	3,818	0,036
	Q21- Mulheres e Homens devem ter iguais direitos e responsabilidades na investigação científica.	4,409	4,864	0,021
	Q3- Não há problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham as mesmas qualificações.	2,455	2,090	0,057
	Q5- De forma a poderem decidir sobre os temas a investigar os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, direitos humanos e direitos do consumidor.	3,500	3,860	0,073
2ª P A R T E	Q25- Com que frequência participaste nas aulas de ciências, em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade?	3,045	3,409	0,057
3ª P A R T E	Q27- Sou capaz de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico.	3,409	4,091	0,002
	Q30- A construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre os alunos.	3,455	4,045	0,012
	Q34- Através do desenvolvimento de exposições científicas sou capaz de influenciar as decisões e os comportamentos de outros cidadãos sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	3,500	3,955	0,029
4ª P A R T E	Q35- Nas aulas de ciências discuto sobre problemas atuais e como esses problemas afetam a minha vida.	3,136	4,091	0,001
	Q36- Nas aulas de ciências desenvolvo competências que me permitem desempenhar um papel mais ativo na sociedade.	3,364	4,182	0,000
	Q37- Nas aulas de ciência sou encorajado a fazer questões.	3,000	3,818	0,000
	Q38- Nas aulas de ciências desenvolvo projetos que considero importantes e socialmente relevantes.	3,273	4,045	0,001
	Q39- Nas aulas de ciências aprendo a agir de forma socialmente responsável.	3,591	4,091	0,031
	Q40- Nas aulas de ciências aprendo a respeitar as opiniões dos meus colegas.	3,636	4,045	0,025
	Q41- Nas aulas de ciências aprendo forma de influenciar as decisões sobre questões sociais relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	3,409	4,000	0,006
	Q42- Nas aulas de ciências sou responsável por iniciativas que me permitem influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, tecnologia e o ambiente.	3,545	4,045	0,018

Como o nível de significância escolhido ($\alpha = 5\%$) é superior ao valor do *p-value* bi-caudal (a cinzento) pode concluir-se pela rejeição da hipótese nula para as questões 1, 9 e 21. Existe, portanto, a evidência estatística de que a resposta às questões 1, 9 e 21 difere significativamente antes e depois. Assim, no questionário pós, um maior número de alunos concordou que os cientistas devem dar palestras sobre o seu trabalho nas aulas de ciências e que os industriais que desenvolvem produtos tecnológicos, tais como telemóveis e aplicações para computadores devem ser convidados a dar palestras sobre o seu trabalho nas escolas. Ainda, no questionário pós, um maior número de alunos concordou que homens e mulheres devem ter iguais direitos e responsabilidades.

Tem-se, ainda, que o teste aplicado às questões 3 e 5 fornece *p-values* bi-caudais de 0,057 e 0,073, respetivamente, pelo que, considerando um nível de significância ligeiramente maior (6% e 8% respetivamente), pode-se concluir que a resposta à questão difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos no questionário pós concorda que os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, direitos humanos e direitos do consumidor, de forma a poderem decidir sobre os temas a investigar. Um maior número de alunos, no questionário pós, considerou não concordar quando questionados se não há problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham a mesma qualificação.

No teste aplicado à 25.^a questão da 2.^a parte do inquérito, obtém-se um *p-value* bi-caudal de 0,057. Consequentemente, nesta questão também existe evidência estatística de que a resposta difere significativamente antes e depois, bastando considerar um nível de significância de 6%. No questionário pós, maior número de alunos considerou participar frequentemente nas aulas de ciências, nos momentos de discussão sobre questões éticas da ciência e da sociedade.

Em relação às questões referentes à 3.^a parte do inquérito, concluiu-se que a resposta às questões 27, 30 e 34 difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos no questionário pós considerou concordar que é capaz de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico; que a construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre os alunos e que através do desenvolvimento de exposições científicas os alunos são capazes de influenciar as

decisões e comportamentos de outros cidadãos sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

Por fim, os resultados dos testes t aplicados às questões da 4.^a e última parte do questionário, concluo que existe evidência estatística em relação a todas as questões principalmente entre a 35.^a e a 42.^a, onde os resultados diferem significativamente antes e depois. Um maior número de alunos no questionário pós considerou concordar que nas aulas de ciências discutem-se problemas atuais e, atendendo a que esses problemas afetam as suas vidas, desenvolvem competências que lhes permitem desempenhar um papel mais ativo na sociedade, são encorajados a formular questões, a desenvolver projetos importantes e socialmente relevantes, a aprender a agir de forma socialmente responsável, a respeitar as opiniões dos colegas e as formas de influenciar as decisões dos cidadãos sobre questões sociais relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente. Esta discussão durante as aulas de ciências seria, assim, promotora da responsabilização dos alunos e de iniciativas que lhes permitem influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, tecnologia e o ambiente.

TURMA 8B

Na turma 8B registaram-se 16 inquéritos válidos, respondidos por 6 alunos do género masculino e 10 do género feminino.

Os resultados da aplicação do teste t para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente às questões do inquérito foram os seguintes:

Quadro 4.14 *Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 8B*

Questão		Média		P(T<=t) bi-caudal
Pré	Pós			
1ª P A R T E	Q1- Os cientistas devem dar palestras sobre o seu trabalho nas aulas de ciências.	3,563	4,375	0,001
	Q5- De forma a poderem decidir sobre os temas a investigar os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, direitos humanos e direitos do consumidor.	4,375	3,500	0,000
	Q9 – Os industriais que desenvolvem produtos tecnológicos, tais como telemóveis e aplicações para computadores, devem ser convidados a dar palestras sobre o seu trabalho nas escolas.	3,125	3,688	0,045
	Q13- Os cientistas devem despende parte do seu orçamento para a investigação na divulgação online da sua investigação, de modo gratuito e em livre acesso.	2,750	3,438	0,022
	Q14- O governo deve regulamentar as instituições de investigação científica.	4,500	3,750	0,009
	Q15- Ter elevados padrões éticos pode ajudar a garantir resultados de elevada qualidade em ciência e tecnologia.	3,563	4,375	0,001
2ª P A R T E	Q4- Os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral em palestras abertas ao público.	3,375	3,938	0,072
	Q25- Com que frequência participaste nas aulas de ciências, em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade?	2,000	3,438	0,000
	Q30- A construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre os alunos.	3,500	4,000	0,027
3ª P A R T E	Q27- Sou capaz de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico.	3,250	3,750	0,056
	Q32- As TIC são uma boa ferramenta para ajudar a desenvolver exposições científicas.	3,750	4,188	0,069
4ª P A R T E	Q41- Nas aulas de ciências aprendo formas de influenciar as decisões sobre questões sociais relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	3,188	3,875	0,007
	Q35- Nas aulas de ciências discuto sobre problemas atuais e como esses problemas afetam a minha vida.	3,750	4,062	0,056

Existem portanto evidências estatística de que as resposta às questões 1, 5, 9 e 13 a 15 diferem significativamente antes e depois.

Nos questionários pós, um maior número de alunos concordou que os cientistas devem dar palestras sobre o seu trabalho nas aulas de ciências e, que os industriais que desenvolvem produtos tecnológicos, tais como novos telemóveis e aplicações para computadores, devem ser convidados a dar palestras sobre o seu trabalho nas escolas. Assim como os cientistas devem aplicar parte do seu orçamento para a divulgação *online*

das suas investigações, de modo gratuito e com livre acesso, também manifestar elevados padrões éticos pode ajudar a garantir resultados de elevada qualidade em ciência e tecnologia. No entanto, diminuiu o número de alunos que concordam que os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, para os direitos humanos e para os direitos do consumidor, de forma a poderem participar na decisão acerca de quais os temas de investigação e de como o governo deve regulamentar as instituições de investigação científica.

O teste aplicado à questão 4 fornece, ainda, um *p-value* bi-caudal de 0,072, pelo que, considerando um nível de significância de 8%, pode concluir-se que a resposta à questão difere significativamente antes e depois da aplicação do questionário. Também um maior número de alunos concordou que os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral em palestras de acesso livre.

Relativamente à 2.^a parte do questionário, tem-se, portanto, a evidência estatística que a resposta à 25.^a questão difere significativamente antes e depois.

Relativamente às questões referentes à 3.^a parte do inquérito, conclui-se que a resposta à 30.^a questão é a única que difere significativamente antes e depois. Maior número de alunos concorda que a construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre alunos e professores.

No entanto, nos testes aplicados às 27.^a e 32.^a questões da 3.^a parte do inquérito obtêm-se *p-values* bi-caudais de 0,056 e 0,069. Consequentemente também nestas questões existe evidência estatística de que a resposta difere significativamente antes e depois, bastando considerar um nível de significância de 6% e 7% respetivamente. Um maior número de alunos concorda que é capaz de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico atual e importante e que as TIC são uma boa ferramenta para ajudar a desenvolver exposições científicas.

Por último, relativamente aos resultados dos testes *t* aplicados às questões da 4.^a e última parte do questionário, conclui-se que existe evidência estatística que a resposta à questão 41 difere significativamente antes e depois. Maior número de alunos considera ser responsável, nas aulas de ciências, por iniciativas que lhe permitem influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

O teste aplicado à questão 35 fornece um *p-value* bi-caudal de 0,056 pelo que, considerando um nível de significância de 6%, pode concluir-se que a resposta à questão difere significativamente antes e depois. Também um maior número de alunos concorda que nas aulas de ciências discute sobre problemas atuais e como esses problemas afetam a sua própria vida.

TURMA 8C

Na turma 8C registaram-se 17 questionários válidos, respondidos por 6 alunos do género masculino e 11 do género feminino.

As tabelas de resultados da aplicação do teste *t* relativamente às questões do inquérito foram as seguintes:

Quadro 4.15 *Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 8C*

Questão		Média		P(T<=t) bi-caudal
Pré	Pós			
1ª P A R T E	Q2- Os cientistas devem publicar os resultados das suas investigações apenas para outros cientistas.	2,471	1,588	0,011
	Q4- Os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral em palestras abertas ao público.	3,765	4,294	0,024
	Q5- De forma a poderem decidir sobre os temas a investigar, os cientistas devem consultar os representantes das comunidades, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, direitos humanos e direitos do consumidor.	3,353	3,941	0,046
	Q13- Os cientistas devem despende parte do seu orçamento para a investigação na divulgação <i>on line</i> da sua investigação, de modo gratuito e em livre acesso.	3,353	3,824	0,016
	Q19- O currículo de ciências das escolas deve incluir tópicos como o modo como a ciência resolve os problemas da sociedade.	3,471	4,294	0,000
	Q 23- Os cientistas têm a obrigação de disponibilizar a todos os resultados das suas investigações.	3,412	4,118	0,035
	Q24- O governo não deve determinar quais os tópicos de investigação mais importantes em detrimento de outros.	2,705	3,353	0,069
2ª	Q25- Com que frequência participaste nas aulas de ciências, em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade?	1,941	3,000	0,000
3ª P A R T E	Q27-Sou capaz de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico atual e importante.	2,941	3,529	0,008
	Q30- A construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre os alunos.	3,294	4,235	0,005
	Q31- A construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre alunos e professores.	3,941	4,353	0,030
	Q32- As TIC são uma boa ferramenta para ajudar a desenvolver exposições científicas.	3,471	4,000	0,034
	Q33-Sou capaz de desenvolver exposições científicas como forma de alertar a comunidade para temas científicos importantes e atuais.	3,294	3,824	0,046
4ª P A R T E	Q35- Nas aulas de ciências discuto sobre problemas atuais e como esses problemas afetam a minha vida	3,000	3,706	0,003
	Q36- Nas aulas de ciências desenvolvo competências que me permitem desempenhar um papel mais ativo na sociedade.	3,176	3,824	0,029
	Q40- Nas aulas de ciências aprendo a respeitar as opiniões dos meus colegas.	3,882	4,294	0,049
	Q42- Nas aulas de ciências sou responsável por iniciativas que me permitem influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	3,353	3,824	0,072

Pode, portanto, concluir-se que existe evidência estatística de que a resposta às questões 2, 4 e 5, 13, 19 e 23 difere significativamente antes e depois. Para um maior número de alunos, os cientistas não devem publicar os resultados das suas investigações apenas para outros cientistas, devem apresentar os resultados das suas investigações ao público em geral em palestras abertas ao público. Também a maioria dos alunos concorda que os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, para os direitos humanos e para os direitos do consumidor, de forma a poderem decidir sobre os temas a investigar. Concordam, ainda, que os cientistas devem aplicar parte do seu orçamento da investigação na divulgação *online* dos resultados da sua investigação, de modo gratuito e com livre acesso, que o currículo de ciências das escolas deve incluir tópicos como o modo como a ciência resolve os problemas da sociedade, e que os cientistas têm a obrigação de disponibilizar para o público, em geral, os resultados das suas investigações.

O teste aplicado à 24.^a questão revela um *p-value* bi-caudal de 0,069, pelo que, considerando um nível de significância de 7% conclui-se que a resposta à questão difere significativamente antes e depois. A maioria dos alunos concordou que o governo não deve determinar quais os tópicos de investigação mais importantes em detrimento de outros.

O teste *t* aplicado à 25.^a questão da 2.^a parte do questionário, revela a evidência estatística que a resposta à 25.^a questão difere significativamente antes e depois. Também aumentou o número de alunos que afirmaram participar frequentemente nas aulas de ciências, quando se proporciona discussão sobre questões éticas da ciência e da sociedade.

Conclui-se que a resposta às questões 27 e 30 a 33 difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos concorda que é capaz de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico atual e importante e que a construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre os alunos e entre os alunos e o professor. As respostas indicam que as TIC são uma boa ferramenta para ajudar a desenvolver exposições científicas e que esse desenvolvimento permite despertar a comunidade para temas científicos importantes e atuais.

Por fim, dos resultados dos testes *t* aplicados às questões da 4.^a e última parte do questionário conclui que existe evidência estatística de que a resposta às questões 35, 36 e 40 difere significativamente antes e depois. Maior número de alunos concorda que nas

aulas de ciências discutem sobre problemas atuais e de que forma esses problemas afetam as suas vidas. Referem, ainda, que nas aulas de ciências desenvolvem competências que lhes permitem desempenhar um papel mais ativo na sociedade, assim como aprender a respeitar as opiniões dos colegas.

O teste t aplicado à 42.^a questão fornece um p -value bicaudal de 0,072, pelo que, considerando um nível de significância de 8%, conclui-se que a resposta a esta questão difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos concordou que as aulas de ciências são responsáveis por iniciativas que permitem aos alunos influenciar as decisões futuras dos cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

TURMA 9A

Na turma 9A registaram-se 16 inquéritos válidos, respondidos por 10 alunos do género masculino e 15 do género feminino.

Os resultados da aplicação do teste t para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente às questões do inquérito foram as seguintes:

Quadro 4.16 *Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 9A*

Questão		Média		P(T<=t) bi-caudal
		Pré	Pós	
1 ^a P A R T E	Q3- Não há problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham as mesmas qualificações.	2,920	1,840	0,000
	Q13- Os cientistas devem despende parte do seu orçamento para a investigação na divulgação <i>online</i> de modo gratuito e em livre acesso.	3,240	3,760	0,040
	Q20- Um cientista que necessita de pessoas que necessita de pessoas que trabalhem contra relógio não deve contratar mulheres com filhos pequenos.	3,280	2,800	0,037
	Q22- Uma das funções do governo é prevenir práticas danosas ou não éticas na investigação e inovação.	3,640	4,040	0,030
	Q23- Os cientistas têm a obrigação de disponibilizar a todos os resultados das suas investigações.	3,200	3,720	0,034
	Q11- Os cientistas devem tentar equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação.	3,880	4,280	0,067
	Q14- O governo deve regulamentar as instituições de investigação científica.	3,480	3,840	0,059
3 ^a P	Q27- Sou capaz de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico atual e importante.	3,440	3,800	0,047
4 ^a P	Q38- Nas aulas de ciências desenvolvo projetos que considero importantes e socialmente relevantes.	3,600	4,040	0,031

Existe, portanto, a evidência estatística de que a resposta às questões 3, 13, 20, 22 e 23 difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos não concordou que não há problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham as mesmas qualificações. As respostas revelam ainda que um cientista que necessita de pessoas que “trabalhem contra o relógio” e não deve contratar mulheres com filhos pequenos. No entanto, um maior número de alunos concordou que os cientistas devem aplicar parte do seu orçamento de investigação na divulgação *online* da sua investigação, de modo, gratuito e em livre acesso, e que uma das funções do governo é prevenir práticas danosas ou não éticas na investigação e inovação e que os cientistas têm a obrigação de disponibilizar todos os resultados das suas investigações para o público em geral.

O teste aplicado às 11.^a e 14.^a questão fornecem *p-values* bi-caudais de 0,067 e 0,059 respetivamente, pelo que, considerando um nível de significância de 7% e 6% para cada, pode concluir-se que a resposta às questões também difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos da turma concordou que os cientistas devem tentar equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigações e que o governo deve regulamentar as instituições de investigação científica.

Relativamente às questões referentes à 3.^a parte do inquérito a aplicação do teste *t* conclui, portanto, que a resposta à 27.^a questão é a única que difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos concordou ser capaz de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico atual e importante.

Por último, dos resultados dos testes *t* aplicados às questões da 4.^a e última parte do questionário, conclui que existe evidência estatística de que a resposta à questão 38 é também a única que difere significativamente antes e depois. A maioria dos alunos concordou que nas aulas de ciências desenvolvem projetos que consideram importantes e socialmente relevantes.

TURMA 9B

Na turma 9B registaram-se 21 questionários válidos, respondidos por 13 alunos do género masculino e 8 do género feminino.

As tabelas de resultados da aplicação do teste *t* para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente às questões do inquérito foram as seguintes:

Quadro 4.17 *Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 9B*

Questão		Média		P(T<=t) bi-caudal
		Pré	Pós	
1ª P A R T E	Q2- Os cientistas devem publicar os resultados das suas investigações apenas para outros cientistas.	2,667	2,095	0,042
	Q3- Não há problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que tenham as mesmas qualificações.	3,048	2,429	0,039
	Q4- Os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral em palestras abertas ao público.	3,714	4,190	0,047
	Q6- Os cientistas devem focar-se apenas em fazer investigação e não devem dedicar o seu tempo a promover a aprendizagem nas escolas.	2,524	2,000	0,024
	Q8- Os cientistas devem relatar as suas descobertas ao governo, ainda que não sejam obrigados a fazê-lo.	3,333	3,810	0,038
	Q11- Os cientistas devem tentar equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação.	3,190	4,000	0,000
	Q14- O governo deve regulamentar as instituições de investigação científica.	3,143	3,952	0,004
	Q23- Os cientistas têm obrigação de disponibilizar a todos os resultados das suas investigações.	3,571	3,952	0,042
2ª	Q12- A comunidade científica e a comunidade empresarial não podem trabalhar em conjunto porque estão motivados por interesses diferentes.	2,857	2,476	0,072
	Q25- Com que frequência participaste nas aulas de ciências em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade.	2,952	3,333	0,029
3ª P A R T E	Q31- A construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre alunos e professores.	3,667	3,952	0,030
	Q32- As TIC são uma boa ferramenta para ajudar a desenvolver exposições científicas.	3,524	4,000	0,047
	Q33- Sou capaz de desenvolver exposições científicas como forma de alertar a comunidade para temas científicos importantes e atuais.	3,000	3,524	0,001
	Q34- Através do desenvolvimento de exposições científicas sou capaz de influenciar as decisões e os comportamentos de outros cidadãos sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	3,524	3,857	0,072
4ª P A R T E	Q35- Nas aulas de ciências discuto sobre problemas atuais e como esses problemas afetam a minha vida.	2,905	3,571	0,005
	Q36- Nas aulas de ciências desenvolvo competências que me permitem desempenhar um papel mais ativo na sociedade.	3,333	3,857	0,008
	Q38- Nas aulas de ciências desenvolvo projetos que considero importantes e socialmente relevantes.	3,333	3,810	0,047
	Q41- Nas aulas de ciências aprendo formas de influenciar as decisões dos cidadãos sobre questões sociais relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	3,524	3,905	0,017
	Q42- Nas aulas de ciências sou responsável por iniciativas que me permitem influenciar as decisões dos cidadãos, sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	3,429	3,762	0,069

Pode, portanto, concluir-se que existe evidência estatística de que a resposta às questões 2 a 4, 6, 8, 11, 14 e 23 difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos não concorda que os cientistas devem publicar os resultados das suas investigações apenas para outros cientistas, que não há problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos apresentem as mesmas qualificações e que os cientistas devem focar-se apenas em fazer investigação e não devem dedicar o seu tempo a promover a aprendizagem nas escolas. Um maior número de alunos concorda que os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público, em geral, em palestras abertas ao público, e que os cientistas devem relatar as suas descobertas ao governo, ainda que não sejam obrigados a fazê-lo. Um maior número de alunos também concorda que os cientistas devem tentar equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação, que o governo deve regulamentar as instituições de investigação científica e que os cientistas têm a obrigação de disponibilizar a todos os resultados das suas investigações.

Tem-se, ainda, que no teste aplicado à 12.^a questão obtém-se um *p-value* bi-caudal de 0,072, pelo que, considerando um nível de significância de 8%, conclui-se que a resposta à questão difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos não concorda que a comunidade científica e a comunidade empresarial não possam trabalhar em conjunto porque se encontram motivados por interesses diferentes.

Do teste *t* aplicado à 25.^a questão da 2.^a parte do questionário tem-se portanto a evidência estatística que a resposta à 25.^a questão difere significativamente antes e depois. Aumentou o número de alunos da turma que considera que participou com frequência na discussão sobre questões éticas da ciência e da sociedade nas aulas de ciências.

Em relação às questões referentes à 3.^a parte do inquérito, dos resultados da aplicação do teste *t*, conclui-se, portanto, que a resposta desde as questões 30 até à 33 difere significativamente antes e depois. Aumentou o número de alunos que concordam que a construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre alunos e professor, que as TIC são uma boa ferramenta para ajudar a desenvolver exposições científicas e que são capazes de desenvolver exposições científicas como forma de alertar a comunidade para temas científicos importantes e atuais.

Verifica-se, também, que no teste aplicado à 34.^a questão obtém-se um *p-value* bi-caudal de 0,072, pelo que, optando por um nível de significância de 8%, conclui-se que

existe evidência estatística de que a resposta à questão difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos concorda que através do desenvolvimento de exposições científicas é capaz de influenciar as decisões e os comportamentos de outros cidadãos sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

Por fim, os resultados dos testes t aplicados às questões da 4.^a e última parte do questionário, permitem concluir que existe evidência estatística de que a resposta às questões 35, 36, 38 e 40 difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos concorda que nas aulas de ciências discutem sobre problemas atuais e qual a forma como esses problemas afetam a sua vida, que desenvolvem competências que lhes permitem desempenhar um papel mais ativo na sociedade, que desenvolvem projetos importantes e socialmente relevantes e que nas aulas de ciências aprendem a forma de influenciar as decisões dos cidadãos sobre questões sociais relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

O teste t aplicado à 42.^a questão fornece um p -value bicaudal de 0,069, pelo que, escolhendo um nível de significância de 7%, conclui-se que a resposta a esta questão difere significativamente antes e depois. Também um maior número de alunos concorda que as aulas de ciências são responsáveis por iniciativas que lhes permitem influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionadas com ciência, a tecnologia e o ambiente.

TURMA 9C

Na turma 9C registaram-se 15 questionários válidos, respondidos por 9 alunos do género masculino e 6 do género feminino.

Os resultados da aplicação do teste t para as questões do inquérito foram as seguintes:

Quadro 4.18 *Resultados do teste t aplicado para as médias de duas amostras emparelhadas relativamente questões do questionário IIR na turma 9C*

Questão		Média		P(T<=t) bi-caudal
Pré	Pós			
1ª P A R T E	Q3- Não há problema se um cientista do sexo masculino preferi contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham as mesmas qualificações.	2,533	1,733	0,034
	Q4- Os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral em palestras abertas ao público.	4,000	4,533	0,056
	Q10- O governo, as empresas e as organizações não governamentais não partilham dos mesmos valores, e por isso não podem trabalhar em conjunto.	2,200	1,666	0,072
3ª P A R T E	Q27- Sou capaz de planejar e construir uma exposição científica sobre um tema científico atual e importante.	3,333	4,133	0,028
	Q28- Planejar e construir uma exposição científica é algo que me motiva.	3,600	4,267	0,036
	Q33- Sou capaz de desenvolver exposições científicas como forma de alertar a comunidade para temas científicos importantes e atuais.	3,733	4,200	0,048
	Q34- Através do desenvolvimento de exposições científicas sou capaz de influenciar as decisões e os comportamentos de outros cidadãos sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	3,400	4,067	0,007
4ª P A R T E	Q36- Nas aulas de ciências desenvolvo competências que me permitem desempenhar um papel mais ativo na sociedade.	3,467	4,400	0,005
	Q38- Nas aulas de ciências desenvolvo projetos que considero importantes e socialmente relevantes.	3,400	4,333	0,017
	Q39- Nas aulas de ciências aprendo a agir de forma socialmente responsável.	3,867	4,333	0,029
	Q42- Nas aulas de ciências sou responsável por iniciativas que me permitem influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	3,667	4,400	0,010

Pode, portanto, concluir-se que existe evidência estatística de que a resposta à 3.^a questão é a única que difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos não concorda que não há problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino, em detrimento de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham as mesmas qualificações.

No entanto, o teste aplicado à 4.^a e 10.^a questão fornecem *p-values* bi-caudais de 0,056 e 0,072, respetivamente. Consequentemente optando por níveis de significância de 6% e 8% para cada uma, conclui-se que a resposta às questões difere significativamente

antes e depois. Um maior número de alunos concorda que os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral, em palestras abertas ao público. No entanto, o número de alunos que concorda que o governo, as empresas e as organizações não-governamentais não partilham dos mesmos valores, e por isso não podem trabalhar em conjunto, diminuiu.

Em relação às questões referentes à 3.^a parte do inquérito dos resultados da aplicação do teste *t*, conclui-se que a resposta às questões 27, 28, 33 e 34 difere significativamente antes e depois. Aumentou o número de alunos que concorda que é capaz de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico atual e importante, que planear e construir uma exposição científica é algo motivador, que são capazes de desenvolver exposições científicas como forma de alertar a comunidade para os temas científicos importantes e atuais e que através do desenvolvimento de exposições científicas é possível influenciar as decisões e os comportamentos de outros cidadãos sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

Por fim, os resultados dos testes *t* aplicados às questões da 4.^a e última parte do questionário, permite concluir que existe evidência estatística de que a resposta às questões 36, 38, 39 e 42 difere significativamente antes e depois. Um maior número de alunos concorda que nas aulas de ciências desenvolve competências que lhe permite desempenhar um papel mais ativo na sociedade, que desenvolvem projetos que considera importantes e socialmente relevantes, aprende a agir de forma socialmente responsável e que é responsável por iniciativas que lhe permite influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

Comparação dos resultados obtidos nos diferentes questionários IIR

Apresentam-se algumas tabelas de *p-values* bi-caudais síntese. A cor cinza representa os valores onde existe evidência estatística de rejeição da hipótese nula a um nível de significância inferior a 7,5%. Destes, os valores evidenciados com caracteres em negrito consideram-se um nível de significância de 5%.

Em relação à 1.^a parte de questões na qual se pretendeu medir as atitudes em relação à IIR na sociedade atual apresentam-se os seguintes resultados:

Quadro 4.19 *Comparação dos resultados obtidos na 1ª parte dos questionários IIR*

	8A	8B	8C	9A	9B	9C
Q1	0,005	0,001	0,484	0,788	0,329	0,131
Q2	0,342	0,817	0,011	0,885	0,042	0,136
Q3	0,057	0,817	0,565	0,000	0,039	0,034
Q4	0,104	0,072	0,024	0,824	0,047	0,056
Q5	0,073	0,000	0,046	1,000	0,171	0,301
Q6	0,129	0,549	0,565	0,341	0,024	0,207
Q8	0,086	0,497	0,522	0,136	0,038	0,531
Q9	0,036	0,045	0,303	0,166	0,724	0,371
Q10	0,285	0,669	0,683	0,779	0,550	0,072
Q11	0,201	0,211	0,608	0,067	0,000	0,077
Q12	0,605	0,817	0,743	0,877	0,072	0,301
Q13	0,104	0,022	0,016	0,040	0,847	0,253
Q14	0,378	0,009	0,484	0,059	0,004	0,313
Q15	0,148	0,001	0,835	0,203	0,379	0,719
Q19	0,248	0,530	0,000	0,543	0,480	0,108
Q20	0,157	0,135	0,509	0,037	0,232	0,290
Q21	0,021	0,855	0,104	0,203	0,162	0,212
Q22	0,165	1,000	0,593	0,030	0,214	0,238
Q23	0,176	0,088	0,035	0,034	0,042	1,000
Q24	1,000	0,609	0,069	0,814	0,754	0,751

- Nas 1.ª e 9.ª questões, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8A e 8B. Nestas turmas, um maior número de alunos no questionário pós considerou que os cientistas devem dar palestras sobre o seu trabalho nas aulas de ciências, e que os industriais que desenvolvem produtos tecnológicos, tais como

novos telemóveis e aplicações para computadores, devem ser convidados a dar palestras sobre o seu trabalho nas escolas – **Educação em Ciências e Envolvimento.**

- Nas questões 2 e 4, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8C e 9B. Um menor número de alunos considerou o questionário pós que os cientistas devem publicar os resultados das suas investigações apenas para outros cientistas e um maior número de alunos considerou que os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral em palestras abertas ao público – **Livre Acesso.**
- Na 3.^a questão, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas de 9.º ano. Os alunos destas turmas consideraram no questionário pós, que há problemas se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham as mesmas qualificações – **Igualdade de Género.**
- Na questão 5, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8B e 8C. Um maior número de alunos destas turmas considerou, no questionário pós, que os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, direitos humanos e direitos do consumidor de modo a poderem decidir sobre os temas a investigar – **Envolvimento.**
- Nas 6.^a, 8.^a e 11.^a questões, a resposta difere significativamente antes e depois apenas para a turma 9B. Para um maior número de alunos, no questionário pós, os cientistas não devem focar-se apenas em investigação e nem devem dedicar o seu tempo a promover a aprendizagem nas escolas; os cientistas devem relatar as suas descobertas ao governo, ainda que não sejam obrigados a fazê-lo e devem equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação – **Educação em Ciências, Governação e Igualdade Género.**
- Na questão 13, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8B, 8C e 9A. Segundo um maior número de alunos destas turmas, as respostas do questionário pós consideram que os cientistas devem despende parte do seu orçamento para a investigação na divulgação *online* da sua investigação, de modo gratuito e em livre acesso – **Livre acesso.**
- Na 14.^a questão a resposta difere significativamente antes e depois da realização do questionário para as turmas B dos 8.º e 9.º anos. Um maior número de alunos destas turmas considerou no questionário pós que o governo deve regulamentar as instituições de investigação científica - **Governação.**

- Na questão 15, a resposta difere significativamente antes e depois apenas para a turma 8B, segundo a qual um maior número de alunos considera no questionário pós que ter elevados padrões éticos pode ajudar a garantir resultados de elevada qualidade em ciência e tecnologia – **Ética**.
- Na 19.^a questão a resposta difere significativamente antes e depois apenas para a turma 8C, onde um maior número de alunos considerou que o currículo de ciências das escolas deve incluir tópicos como o modo como a ciência resolve os problemas da sociedade – **Educação em Ciências**.
- Nas questões 20 e 22, as respostas diferem significativamente antes e depois, apenas para a turma 9A. Nestas turmas um menor número de alunos considerou no questionário pós, que um cientista que necessita de pessoas que “trabalhem contra o relógio” não deve contratar “mulheres com filhos pequenos” e um maior número de alunos considerou que uma das funções do governo é prevenir práticas danosas ou não éticas na investigação e inovação – **Igualdade de Género e Governação**.
- Na 21.^a questão, a resposta difere significativamente antes e depois apenas para a turma 8A. Um maior número de alunos desta turma no questionário pós considera que mulheres e homens devem ter iguais direitos e responsabilidades na investigação científica – **Igualdade de Género**.
- Na questão 23 a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8C, 9A e 9B. Um maior número de alunos destas turmas considera no questionário pós, que os cientistas têm a obrigação de disponibilizar a todos os resultados das suas investigações – **Livre Acesso**.

Na única questão analisada na 2.^a parte do inquérito, a 25.^a questão, relativamente à realização de atividades de discussão sobre questões éticas da ciência e da sociedade nas aulas de ciências, apresentam-se os seguintes valores:

Quadro 4.20 *Comparação dos resultados obtidos na 2.^a parte dos questionários IIR*

	8A	8B	8C	9A	9B	9C
Q25	0,057	0,000	0,000	0,395	0,029	0,150

Conclui-se, portanto, que a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8B, 8C e 9B. Um maior número de alunos destas turmas refere no questionário

pós que participaram mais frequentemente, nas aulas de ciências quando estas integravam discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade.

Relativamente à 3.^a parte de questões, sobre a construção de exposições científicas apresentam-se os seguintes resultados:

Quadro 4.21 *Comparação dos resultados obtidos na 3.^a parte dos questionários IIR*

	8A	8B	8C	9A	9B	9C
Q27	0,002	0,056	0,008	0,047	1,000	0,028
Q28	0,107	0,110	0,206	0,824	0,680	0,036
Q29	0,208	0,609	0,773	0,647	0,680	0,265
Q30	0,012	0,027	0,005	1,000	0,110	0,138
Q31	0,148	0,835	0,030	0,356	0,030	0,582
Q32	0,561	0,069	0,034	0,233	0,047	0,433
Q33	0,104	0,549	0,046	0,516	0,001	0,048
Q34	0,029	1,000	0,632	0,083	0,072	0,007

A análise do quadro permite concluir que:

- Na questão 27, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas A e C dos 8.º e 9.º anos. Um maior número de alunos destas turmas considerou no questionário pós, que são capazes de planear e construir uma exposição científica sobre um tema científico atual e importante.
- Na 28.^a questão, a resposta difere significativamente antes e depois apenas para a turma 9C. Um maior número de alunos desta turma considera que planear e construir uma exposição científica é uma atividade motivadora.
- Na questão 30, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas do 8.º ano, onde um maior número de alunos considerou que a construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre os alunos.
- Nas 31.^a e 32.^a questões a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8C e 9B. Um maior número de alunos considerou no questionário pós que a construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre alunos e professores, e que as TIC são uma boa ferramenta para ajudar a desenvolver exposições científicas.

- Na questão 33, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8C, 9B e 9C. Nestas turmas, um maior número de alunos, no questionário pós, considerou ser capaz de desenvolver exposições científicas como forma de alertar a comunidade para temas científicos importantes e atuais.
- Na 34.^a questão, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8A e 9C. Um maior número de alunos destas turmas considerou, no questionário pós, que através do desenvolvimento de exposições científicas são capazes de influenciar as decisões e os comportamentos de outros cidadãos sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

Por último, em relação à 4.^a parte de questões sobre as aulas de ciências, pretendeu-se averiguar a opinião dos alunos sobre as competências que desenvolveram nas aulas, sendo os resultados os seguintes:

Quadro 4.22 *Comparação dos resultados obtidos na 4.^a parte dos questionários IIR*

	8A	8B	8C	9A	9B	9C
Q35	0,001	0,056	0,003	0,185	0,005	0,364
Q36	0,000	0,104	0,029	0,161	0,008	0,005
Q37	0,000	0,806	0,260	0,382	0,419	0,458
Q38	0,001	0,083	0,332	0,031	0,047	0,017
Q39	0,031	0,544	1,000	0,307	0,526	0,029
Q40	0,025	0,423	0,049	0,770	0,184	0,546
Q41	0,006	0,007	0,382	0,450	0,017	0,111
Q42	0,018	0,806	0,072	0,405	0,069	0,010

A análise do quadro permite concluir que:

- Na questão 35, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8A, 8C e 9B. Para estas turmas, um maior número de alunos, no questionário pós, considerou discutir nas aulas de ciências sobre problemas atuais e como esses problemas afetam a sua própria vida.

- Na 36.^a questão, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8A, 8C, 9B e 9C. Um maior número de alunos no questionário pós, considerou desenvolver nas aulas de ciências competências que lhe permite desempenhar um papel mais ativo na sociedade.
- Na questão 37, a resposta difere significativamente antes e depois apenas para a turma 8A, onde um maior número de alunos considerou no questionário pós ser encorajado nas aulas de ciências a formular questões.
- Na 38.^a questão, a resposta difere significativamente antes e depois da aplicação do questionário para as turmas 8A e 9A. Um maior número de alunos destas turmas considerou, no questionário pós, que nas aulas de ciências desenvolvem projetos que consideram importantes e socialmente relevantes.
- Na questão 39, a resposta difere significativamente antes e depois da aplicação do questionário para as turmas 8A e 9C. Um maior número de alunos destas turmas considerou, no questionário pós, que nas aulas de ciências aprende a agir de forma socialmente responsável.
- Na 40.^a questão, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8A e 8C, pois um maior número de alunos considerou aprender a respeitar as opiniões dos colegas nas aulas de ciências.
- Na questão 41, a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8A, 8B e 9B. Um maior número de alunos considerou, no questionário pós, aprender nas aulas de ciências formas de influenciar as decisões dos cidadãos sobre questões sociais relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.
- Na 42.^a e última questão a resposta difere significativamente antes e depois para as turmas 8A e 9C. Um maior número de alunos destas turmas considerou, no questionário pós, ser responsável nas aulas de ciências por iniciativas que lhes permitem influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

4.3.2 Análise dos dados dos questionários de avaliação dos módulos.

Com o objetivo de avaliar a experiência vivenciada quanto a aspetos interessantes, menos interessante, vantagens e desvantagens sobre o trabalho realizado com recurso à metodologia IBSE, Web 2.0 e IIR elaborou-se um questionário de opinião, com questões abertas, que os alunos responderam no final da implementação dos módulos.

A primeira parte do questionário pretende fazer uma análise do comportamento da professora durante o desenvolvimento da atividade, é composta por duas questões. A

segunda parte, pretende fazer uma apreciação da atividade realizada, também com duas questões. Na terceira parte do questionário analisa-se a opinião dos alunos sobre a aquisição de conhecimentos através de duas questões. A quarta parte analisa a opinião dos alunos sobre as ferramentas Web 2.0 utilizadas e é constituída por três questões. Os resultados obtidos através das respostas dadas pelos alunos apresentam-se nos quadros seguintes, numerados desde 4.23 até 4.58.

Módulo: vacinar ou não vacinar?

Quadro 4.23 *Opinião dos alunos da turma 9A 9B e 9C sobre a forma como a professora deu as aulas, diferente ou não da habitual*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9ª	
	f	%
Sim	18	69
Não	8	31
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Sim	12	57
Não	9	43
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 25) 9C	
	f	%
Sim	16	64
Não	9	36

A maioria dos alunos das diferentes turmas considerou a forma original como as professoras orientaram as aulas, diferentes da habitual.

No quadro 4.24 indicam-se as explicações dadas pelos alunos relativamente à forma como as professoras orientaram as aulas.

Quadro 4.24 *Explicação da opinião dos alunos da turma 9A, 9B e 9C sobre a forma como a professora deu as aulas.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9 ^a	
	f	%
Maior acompanhamento pela professora	1	4
Aulas interativas	1	4
Maior comunicação com a professora	10	39
Mais simpática e divertida	3	12
Aulas mais práticas	1	4
Maior diversão	1	4
Computadores nas aulas	3	12
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Maior ajuda da professora	3	14
Menos explicações no quadro	1	5
Aulas mais interessantes, mais interativas, mais divertidas, diferentes	6	29
Aulas com pesquisa de informação	3	14
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 25) 9C	
	f	%
Aulas interativas	5	20
Maior comunicação com a professora	11	44

Para vários alunos, aumentou a comunicação com as professoras. Alguns referiram que a professora estava mais simpática e divertida e consideraram as aulas mais interativas e mais divertidas. Outros alunos referiram a presença dos computadores na sala de aula e o trabalho de pesquisa nas aulas.

Quadro 4.25 *Opinião dos alunos da turma 9A, 9B e 9C sobre os aspetos interessantes da atividade.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Aprender a pesquisar informação	2	8
Aprender sobre o tema	16	62
Aprender com pesquisa de informação	7	27
Aplicar conhecimento de forma diferente (vídeo/panfleto)	2	8
Conhecer novas ferramentas da Web 2.0	3	12
Experiência de planificar e montar uma exposição científica	4	15
Distribuição dos panfletos pela comunidade	2	8
Fazer o vídeo	4	15
Aulas mais participativas/colaborativas	5	19

Quadro 4.25 *Opinião dos alunos da turma 9A, 9B e 9C sobre os aspetos interessantes da atividade (continuação).*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Elaboração de panfleto e vídeo	3	14
Melhor aprendizagem sobre o tema	13	62
Trabalho de grupo: discussão de ideias	4	19
Resumir informação pesquisada	1	5
Pesquisa de informação	3	14
Trabalhar com os computadores	3	14
Aulas diferentes	1	5
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 25) 9C	
	f	%
Pesquisa de informação	2	8
Aprender sobre o tema	12	48
Trabalho de grupo	6	24
Apresentar Exposição científica aberta à comunidade	2	8
Interação com a professora	1	4

Quadro 4.26 *Propostas de melhoria da atividade pelos alunos da turma 9A,9B e 9C.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Usar mais ferramentas da Web 2.0	2	8
Maior partilha de opinião com os outros grupos	1	4
Pesquisa individual em vez de em grupo	2	8
Mais tempo para realizar as atividades	1	4
Maior interatividade	1	4
Não é preciso melhorar	11	42
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Menos extensa	1	5
Textos informativos mais curtos	6	29
Mais pesquisa	1	5
Internet mais rápida	1	5
Atividades experimentais	4	19
Não é preciso melhorar	4	19
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 25) 9C	
	f	%
Atividade mais curta	6	24
Mais tempo para realizar as atividades	3	12
Não é preciso melhorar	10	40

Quando questionados sobre os aspetos interessantes da atividade, a maioria dos alunos referiu a aprendizagem desenvolvida sobre o tema. Os alunos revelaram ter aprendido com a pesquisa de informação, o trabalho de grupo, a discussão de ideias entre

os elementos do grupo e o próprio trabalho e ainda a participação e colaboração entre os alunos durante as aulas. A planificação e montagem da exposição científica, a realização do vídeo, e a descoberta das novas ferramentas da Web 2.0, foram também outros aspetos interessantes referidos por alguns alunos.

Relativamente às melhorias que poderiam ser introduzidas na atividade, muitos alunos consideram que a atividade não necessitava de melhoramentos. No entanto, algumas sugestões relacionaram-se com a utilização de mais ferramentas da Web 2.0, uma maior partilha de opiniões com os outros grupos de trabalho, disponibilização de textos informativos mais curtos e mais tempo para a realização das tarefas.

Quadro 4.27 *Opinião dos alunos da turma 9A,9B e 9C sobre o que aprenderam com a atividade.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Conhecimento sobre a temática e investigação na área	22	85
Trabalhar com ferramentas da Web 2.0	3	12
Trabalhar em grupo e aceitar a opinião dos colegas	2	8
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Maior conhecimento do tema e área de investigação	14	67
Aprender a trabalhar com novas ferramentas da Web 2.0	4	19
Aprender por nós próprios	1	5
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 25) 9C	
	f	%
Conhecimento sobre a temática e investigação na área	15	60
Aprender com a pesquisa de informação	5	20
Mudar e melhorar a atitude como cidadão consciente	4	16

Quadro 4.28 *Vantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 9A,9B e 9C.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Aulas interativas	3	12
Aprender através das próprias pesquisas	10	39
Trabalho em grupo	7	27
Conhecer e trabalhar com diferentes ferramentas da Web 2.0	4	15
Levar o conhecimento adquirido aos outros/comunidade	1	4
Maior interesse	1	4
Melhor aprendizagem	1	4

Quadro 4.28 *Vantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 9A, 9B e 9C (continuação).*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Maior conhecimento do tema	13	62
Trabalhar com novas ferramentas da Web 2.0	2	10
Trabalho de grupo	1	5
Maior autonomia	2	10
Aulas diferentes/Aulas mais práticas	4	19
Pesquisar informação	1	5
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 25) 9C	
	f	%
Aprender e obter informação de forma diferente: pesquisa	10	40
Aprender mais	4	16
Partilha e discussão com os colegas: trabalho de grupo	11	44

Quadro 4.29 *Desvantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 9A, 9B e 9C.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Opiniões divergentes entre os elementos do grupo	6	23
Desigual colaboração dos elementos do grupo	4	15
Muito tempo perdido para planificar a exposição	1	4
Não tem desvantagens	12	46
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Internet e computadores lentos	7	33
Pouco tempo	2	10
Maior distração no trabalho em grupo	1	5
Muita pesquisa	3	14
Tema pouco interessante	1	5
Desconhecimento inicial da ferramenta da Web 2.0	1	5
Não há desvantagens	8	38
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 25) 9C	
	f	%
Opiniões divergentes no grupo	4	16
Muito tempo despendido	6	24
Não tem desvantagens	11	44

A maioria dos alunos considerou que o conhecimento sobre o tema foi o aspeto mais desenvolvido e aquele que permitiu aprender mais com a atividade. Também referiram a oportunidade de exploração e contato com novas ferramentas da Web 2.0, o trabalho de grupo e a aceitação de opiniões dos colegas.

Em relação à atividade, as suas vantagens relacionam-se com as potencialidades de aprendizagem da própria atividade. Deste modo, alguns alunos consideraram aprender através das próprias pesquisas, do trabalho em grupo, da partilha e da discussão de ideias com os colegas. Para vários alunos foi, ainda vantajoso aprender a conhecer e trabalhar com diferentes ferramentas da Web 2.0.

Relativamente às desvantagens da atividade, a maioria dos alunos considerou não haver alguma. No entanto, alguns referiram excessivo o tempo despendido na atividade e na pesquisa, o confronto de opiniões divergentes entre os vários elementos do grupo e o difícil acesso à Internet em sala de aula.

Quadro 4.30 *Opinião dos alunos da turma 9A, 9B e 9C sobre os aspetos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Publisher.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Conhecer a ferramenta da web 2.0	3	12
Fácil de trabalhar	10	39
Mais interessante para apresentar trabalhos	2	8
Permitir aplicar o conhecimento de forma diferente e interativa	1	4
Variedade de modelos de panfletos	4	15
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Aprender a trabalhar com uma nova ferramenta da Web 2.0	6	29
Fácil uso	6	29
Permitir esquematizar a informação	2	10
Divertida	5	24
Interativa	2	10
Incorpora vários modelos de panfletos	2	10
Motivadora	1	5
Não tem aspetos menos interessantes	2	10
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 25) 9C	
	f	%
Fácil de trabalhar: inserir texto, imagem e gráficos	10	40
Mais interessante para apresentar trabalhos	4	16
Apresentação mais dinâmica	5	20

Quadro 4.31 *Opinião dos alunos da turma 9A, 9B e 9C sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Publisher.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Limita aos modelos já existentes	5	19
Dificuldade em colocar texto onde não havia caixas de texto	3	12
Não tem aspetos menos interessantes	12	46
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Limitada aos modelos de panfletos existentes	5	24
Depender da internet. Falta de internet/ internet lenta	6	29
Obriga a uma boa organização da informação	1	5
Complicada de utilizar	1	5
Não tem aspetos menos interessantes	6	29
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 25) 9C	
	f	%
Dificuldade em colocar imagem que não dê para comprimir	2	8
Espaço limitado	6	24
Não tem aspetos menos interessantes	11	44

Quadro 4.32 *Forma como a ferramenta da Web 2.0 Publisher facilita a aprendizagem dos alunos da turma 9A, 9B e 9C.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Seleção de informação	1	4
Resumir e organização de informação a colocar no panfleto	3	12
Não facilitou	4	15
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Selecionar, resumir/esquematizar a informação a colocar no panfleto	8	38
Fazer o panfleto para aprender	3	14
Não facilitou a aprendizagem	2	10
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 25) 9C	
	f	%
Seleção de informação	6	24
Resumir e organização de informação a colocar no panfleto	9	36
Não facilitou	5	20

Relativamente aos aspetos interessantes da ferramenta Web 2.0: *Publisher*, muitos alunos consideraram ser uma ferramenta fácil de utilizar, que exige uma fácil inserção de textos, imagens e gráficos. A interatividade da ferramenta foi, também, um aspeto interessante considerado por alguns alunos. Quanto aos aspetos menos interessantes da

ferramenta, vários alunos consideraram não haver algum, mas alguns referiram a dependência da ferramenta à internet e a limitação aos modelos de panfletos já existentes.

Quanto à forma como o *Publisher* facilitou a aprendizagem, vários alunos referiram que a ferramenta obriga a selecionar, resumir e organizar a informação a colocar no panfleto.

Quadro 4.33 *Opinião dos alunos da turma 9A, 9B e 9C sobre os aspetos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Windowsmoviemaker.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Diferente forma de dispor a informação	5	19
Apresentação mais atrativa e cativante	4	15
Fácil de trabalhar	7	27
Divertido de trabalhar	4	15
Maior compreensão do conteúdo	1	4
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Divertida/ animador	3	14
Fazer o nosso próprio vídeo	9	43
Exigir Maior organização da informação	1	5
Interativa	3	14
Fácil de usar	2	10
Permitir inserir textos /imagem/música/ vídeos	2	10

Quadro 4.34 *Opinião dos alunos da turma 9A e 9B sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Windowsmoviemaker.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Muito trabalhosa	2	8
Poucos efeitos gráficos	2	8
Não tem aspetos menos interessantes	12	46
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Confusa no início para quem nunca a usou	4	19
Dependência da internet: internet lenta	2	10
Trabalhosa	1	5
Muito tempo dispendido	1	5
Não tem aspetos menos interessantes	10	48

Quadro 4.35 *Forma como a ferramenta da Web 2.0: windowsmoviemaker facilita a aprendizagem dos alunos da turma 9A e 9B.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 26) 9A	
	f	%
Aplicar e compreender melhor o que foi pesquisado	6	23
Trabalhar de forma mais interativa	1	4
Pesquisa de informação e imagens	3	12
Mais atenção	1	4
Organização da informação	2	8
Não facilitou	1	4
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 21) 9B	
	f	%
Maior aprendizagem sobre a ferramenta	2	10
Aprender sobre o tema de forma divertida	1	5
Selecionar e sintetizar a informação a colocar no vídeo	6	29
Maior atenção sobre a informação ao fazer o vídeo	4	19
Partilha dos vídeos com a turma permitiu aprender	4	19
Ferramenta interativa	2	10
Não facilitou a aprendizagem	2	10

Os aspetos interessantes da ferramenta Web 2.0: *Windowsmoviemaker*, referidos pelos alunos foram o facto da ferramenta permitir a realização do vídeo, a facilidade de inserção do texto, da imagem, da música e do próprio vídeo e as diferentes formas de dispor a informação, criando apresentações mais atrativas e cativantes. Muitos alunos consideraram que a ferramenta não tinha aspetos menos interessantes. No entanto, alguns referiram que o trabalho requerido na sua utilização e a falta de efeitos gráficos foram aspetos menos interessantes.

Quanto à forma como o *Windowsmoviemaker* facilita a aprendizagem, muitos alunos referiram que permite compreender melhor os conteúdos da informação pesquisada e aplicá-los nos vários contextos. A seleção e a síntese da informação e as imagens introduzidas no vídeo foram também aspetos referidos pelos alunos como facilitadores da aprendizagem.

Módulo: Portugal é mais Mar?

Quadro 4.36 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre a forma como a professora deu as aulas, diferente ou não da habitual.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Sim	13	59
Não	9	41

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Sim	13	65
Não	7	35

A maioria dos alunos considerou a forma inovadora como as professoras apresentou as aulas, diferente da habitual.

No quadro 4.37 Estão indicadas as explicações dadas pelos alunos relativamente à forma como a professora deu as aulas.

Quadro 4.37 *Explicação da opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre a forma como a professora deu as aulas.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Maior interação aluno-professora	4	18
Maior ajuda ao aluno	3	14
Maior proximidade com os alunos	2	9
Aulas mais divertidas e melhores	1	5
Aulas mais livres	1	5

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Maior interação aluno-professora	6	30
Maior ajuda ao aluno	3	15
Mais participativa	2	10

Os alunos referiram uma maior interação entre os alunos e a professora, uma maior ajuda prestada ao aluno por parte da professora e, uma maior proximidade entre os alunos.

Quadro 4.38 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre os aspetos interessantes da atividade.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Conhecer novas ferramentas Web 2.0	9	41
Conhecimento sobre o tema	8	36
Trabalhar em grupo: discussão e debate de ideias	4	18
Trabalhar com computadores	3	14
Fazer pesquisa de informação	2	9
Trabalhar de forma diferente da habitual	2	9
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Aprender de forma diferente	4	20
Conhecer e trabalhar com novas ferramentas da Web 2.0	7	35
Pesquisar informação	5	25
Trabalhar com computadores	3	15
Trabalhar em grupo: maior interação com os colegas	8	40

Quadro 4.39 *Propostas de melhoria da atividade pelos alunos da turma 8A e 8B*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Não precisa de ser melhorada	10	46
Computadores e internet mais rápidos	7	32
Mais tempo para a concretização das tarefas	2	9
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Não precisa de ser melhorada	10	50
Internet mais rápida	2	10
Mais tempo para a concretização das tarefas	6	30

Os aspetos interessantes da atividade referidos por vários alunos foram a oportunidade de conhecer e trabalhar com novas ferramentas da Web 2.0, a relevância do tema abordado durante a atividade e, o trabalho de grupo, que permitiu uma maior interação entre os alunos, discussão e debate de ideias. Algumas respostas também revelam que o trabalho em sala de aula com os computadores e a pesquisa de informação que a atividade envolvia também foram aspetos importantes.

Quanto questionados em relação às propostas de melhoria, a maioria considerou que a atividade não necessitava ser melhorada. No entanto, alguns alunos sugeriram melhor equipamento informático, acesso à Internet mais rápido e mais tempo para a concretização das tarefas.

Quadro 4.40 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre o que aprenderam com a atividade.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Maior conhecimento do tema e área de investigação	19	86
Trabalhar com novas ferramentas da Web 2.0	6	27
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Conhecer novas ferramentas da Web 2.0	6	30
Maior conhecimento sobre o tema	10	50
Trabalhar em grupo	4	20

Quadro 4.41 *Vantagens da atividade para aprendizagem dos alunos do 8A e 8B.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Maior conhecimento sobre o tema e área de investigação	13	59
Aprender a trabalhar em grupo	1	5
Trabalhar com ferramentas da Web 2.0	6	27
Ficar a compreender melhor o que aprendemos	3	14
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Maior aprendizagem sobre o tema	7	35
Aprendizagem mais interativa e divertida	5	25
Mais fácil de aprender	7	35
Trabalhar em grupo	3	15
Conhecer e trabalhar novas ferramentas da Web 2.0	1	5

Quadro 4.42 *Desvantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8B.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Não tem desvantagens	15	68
O tempo: muito demorada	1	5
Internet e computadores lentos	2	9
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Implica muito trabalho	3	15
Não tem desvantagens para a aprendizagem	8	40
Depender da internet: internet lenta	5	25
Trabalho em grupo: distraímo-nos mais facilmente	1	5

Relativamente à aprendizagem desenvolvida durante a realização da atividade, a maioria dos alunos considerou que ampliou o conhecimento sobre o tema e a área de investigação. Alguns alunos referiram que aprenderam a trabalhar em grupo e com novas ferramentas da Web 2.0, aspetos também referidos como vantagens da realização da atividade para a aprendizagem.

Quando questionados sobre as desvantagens da atividade em relação à aprendizagem, a maioria dos alunos considerou não haver desvantagens mas o lento acesso à Internet e a dependência desta são aspetos que não propiciam a aprendizagem dos alunos.

Quadro 4.43 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre os aspetos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Popplet.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Fácil utilização	9	41
Permite organizar a informação em esquema: mapa de conceitos	5	23
Permitir integrar vídeos, imagens nos mapas de conceitos	5	23
Permite criar apresentações criativas	4	18
Ferramenta divertida	2	9
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Permitir organizar/esquematizar a informação	5	25
Fácil de construir um mapa de conceitos	6	30
Permite integrar imagens e vídeos aos mapas de conceitos	7	35

Quadro 4.44 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Popplet.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Não tem aspetos menos interessantes	10	46
Depender da internet	6	27
Não permite integrar mais do que uma imagem em cada caixa	1	5
Não permite modificar o fundo ou criar um novo fundo	1	5
Ferramenta demasiado simples/básica	1	5
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Não tem aspetos menos interessantes	15	75
Depender da internet	5	25

Quadro 4.45 *Forma como a ferramenta da Web 2.0: Popplet facilitou a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8B.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Organizar bem a matéria em esquema	11	50
Construir o mapa de conceitos	3	14
Conhecer e trabalhar com uma nova ferramenta da Web 2.0	6	27
Pesquisar a informação a colocar no <i>Popplet</i>	1	5
Não facilitou a aprendizagem	2	9
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Ferramenta interativa	1	5
Aprender ao construir o mapa de conceitos	8	40
Organizar a informação em esquema	6	30
Sintetizar a informação a colocar no <i>Popplet</i>	3	15

Relativamente ao *Popplet*, vários alunos consideraram interessantes a sua fácil utilização na construção de mapas de conceitos, porque é possível integrar imagens e vídeos, criando apresentações criativas.

A maioria dos alunos refere que a ferramenta *Popplet* não tem aspetos menos interessantes mas, no entanto, refere que a sua dependência em relação à Internet é um aspeto menos interessante.

Quando questionados sobre a forma como a ferramenta lhes facilitou a aprendizagem, vários alunos consideraram que a pesquisa, a seleção, a organização esquemática da informação para a colocar no *Popplet*, assim como a construção do próprio mapa de conceitos facilitaram a aprendizagem.

Quadro 4.46 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8B sobre os aspetos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Glogster.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Permite criar o nosso próprio cartaz interativo	9	41
Permite integrar vídeos, imagens e texto	4	18
Exige uma boa Organização da informação	4	18
Tem diferentes modelos de fundos para escolhermos	4	18
Criar apresentações criativas e interativas	2	9
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Permite criar o nosso próprio cartaz	8	40
Permite integrar vídeos, imagens e texto	5	25
Não precisamos de escrever muito	1	5
Cartaz interativo	2	10

Quadro 4.47 *Opinião dos alunos do 8A e 8B sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Glogster.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Depender da internet	5	23
Não tem aspetos menos interessantes	10	46
Poucos aplicativos	3	14
Não permite substituir uma caixa de imagem por uma de texto	1	5
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Depender da internet	4	20
Não tem aspetos menos interessantes	11	55
Não permite colocar muito texto	3	15

Quadro 4.48 *Forma como a ferramenta da Web 2.0: Glogster facilitou a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8B.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Ter que resumir/sintetizar/esquematizar a informação a colocar	14	64
Conhecer e trabalhar com uma nova ferramenta da Web 2.0	4	18
Não facilitou a aprendizagem	4	18
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8B	
	f	%
Aulas mais interativas	1	5
Aprender ao construir o cartaz	6	30
Selecionar e organizar a informação a colocar no cartaz	12	60

Outros aspetos interessantes da ferramenta Web 2.0: *Glogster* referidos pelos alunos foram o facto de permitir criar apresentações interativas, integrando vídeos, imagens e textos. A dependência da ferramenta à *Internet* foi considerada pelos alunos como um aspeto menos interessante, assim como o facto de permitir apenas colocar uma pequena quantidade de texto.

Quanto à forma como a ferramenta facilitou a aprendizagem, a maioria dos alunos considerou a seleção, a organização e a esquematização da informação a colocar no cartaz, fatores facilitadores da mesma.

Módulo: Degelo e Erosão: Qual a relação?

Quadro 4.49 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre a forma como a professora deu as aulas, diferente ou não da habitual.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Sim	8	36
Não	12	55

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8C	
	f	%
Sim	12	60
Não	8	40

Na turma 8A, a maioria dos alunos considerou a forma como a professora apresentou as aulas não ter sido diferente da habitual, enquanto na turma 8B os alunos consideraram precisamente o contrário.

No quadro 4.50 estão indicadas as explicações dadas pelos alunos relativamente à forma como a professora apresentou as aulas.

Quadro 4.50 *Explicação da opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre a forma como a professora apresentou as aulas.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Maior interação com os alunos	4	18
Maior colaboração com os alunos	2	9
Maior proximidade com os alunos	3	14
Melhor relacionamento com os alunos	2	9
Melhor forma de trabalhar com os alunos	2	9

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8C	
	f	%
Maior interação aluno-professor	6	30
Maior ajuda entre os colegas	4	20
Maior ajuda ao aluno	2	10

Para vários alunos houve uma maior proximidade e interação entre aluno e professor e uma maior colaboração e ajuda entre os próprios alunos.

Quadro 4.51 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre os aspetos interessantes da atividade.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Trabalhar com ferramentas da Web 2.0	3	14
Conhecimento sobre o tema	7	32
Trabalhar em grupo: discussão e debate de ideias	4	18
Trabalhar com computadores	2	9
Pesquisar informação	6	27
Trabalho mais prático	1	5
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8C	
	f	%
Maior conhecimento do tema	14	70
Conhecer e trabalhar com novas ferramentas da Web 2.0	6	30
Aprender de forma divertida	2	10

Quadro 4.52 *Propostas de melhoria da atividade pelos alunos da turma 8A e 8C.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Não precisa de ser melhorada	8	36
Computadores e internet mais rápidos	3	14
Mais tempo para a concretização das tarefas	1	5
Mais atividades experimentais	3	14
Uso de mais ferramentas da Web 2.0	4	18
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8C	
	f	%
Não precisa de ser melhorada	8	40
Internet mais rápida	8	40
Mais tempo para a concretização das tarefas	2	10
Usar mais ferramentas da Web 2.0	2	10

Relativamente aos aspetos interessantes da atividade, a maioria dos alunos referiu o maior conhecimento do tema, aumento da pesquisa de informação sobre a temática em estudo e melhorias no trabalho de grupo, principalmente no que respeita à discussão, debate de ideias. Alguns alunos também referiram o trabalho com ferramentas da Web 2.0. Para vários alunos, a atividade não necessita de melhoramentos, mas alguns sugerem aumentar o número de atividades experimentais, computadores, potência do sinal de Internet e o uso de ferramentas da Web 2.0.

Quadro 4.53 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre o que aprenderam com a atividade.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8ª	
	f	%
Maior conhecimento sobre o tema	16	73
Maior conhecimento sobre investigação e inovação na área	8	36
Aprender a trabalhar com ferramentas da Web 2.0	1	5
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8C	
	f	%
Conhecer uma nova ferramenta da Web 2.0	12	60
Maior conhecimento sobre o tema e investigação na área	9	45

Quadro 4.54 *Vantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8C.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8ª	
	f	%
Maior conhecimento sobre o tema e área de investigação	5	23
Pesquisa de informação	9	41
Trabalho de grupo	2	9
Trabalhar com ferramentas da Web 2.0	2	9
Mais fácil aprender e organizar a informação	3	14
Aprender de forma divertida	2	9
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8C	
	f	%
Maior conhecimento sobre o tema	7	35
Aprendizagem mais interativa e divertida	8	40
Mais fácil de aprender	2	10
Trabalhar em grupo	2	10
Aprender a selecionar e organizar informação	2	10
Maior interação com os colegas da turma	2	10

Quadro 4.55 *Desvantagens da atividade para a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8C.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8ª	
	f	%
Tempo: atividade muito demorada	2	9
Não tem desvantagens	8	36
Internet e computadores lentos	4	18
Pouco tempo para trabalhar	3	14
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8C	
	f	%
Desconhecer a ferramenta da Web 2.0	5	25
Não tem desvantagens	10	50
Depender da internet	4	20

Quando questionados sobre a aprendizagem efetuada durante a realização da atividade, a maioria dos alunos referiram ter conhecido uma nova ferramenta da Web 2.0 e ter ampliado o conhecimento sobre o tema da área de investigação.

Em relação à aprendizagem desenvolvida durante a realização da atividade, vários alunos consideraram o aumento do conhecimento sobre o tema, e da capacidade de organização da informação, desenvolvimento de competências de trabalho de grupo e com ferramentas da Web 2.0 foram considerados aspetos vantajosos, por alguns alunos.

Relativamente às desvantagens da atividade para a aprendizagem vários alunos referiram não haver qualquer desvantagem mas, alguns mencionaram o facto de a ferramenta depender da utilização da Internet.

Quadro 4.56 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre os aspetos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Glogster.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Permite criar um cartaz interativo	6	27
Permite integrar vídeos, imagens e texto	5	23
Organizar a informação/conhecimento à nossa maneira	10	46
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8C	
	f	%
Permite criar o nosso próprio cartaz/organizado à nossa maneira	2	10
	4	20
Permite integrar vídeos, imagens e texto	2	10
Permitir colocar informação de forma apelativa	9	45
Cartaz interativo		

Quadro 4.57 *Opinião dos alunos da turma 8A e 8C sobre os aspetos menos interessantes da ferramenta da Web 2.0: Glogster.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8A	
	f	%
Depender da internet	5	23
Não tem aspetos menos interessantes	8	36
Pouca variedade de modelos de cartazes	2	9
Pouco espaço para colocar texto	3	14
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8C	
	F	
Depender da internet: internet lenta	13	65
Não tem aspetos menos interessantes	3	15
Poucos modelos de fundo dos cartazes	4	20
Desconhecimento no início do funcionamento da ferramenta	6	30

Quadro 4.58 *Forma como a ferramenta da Web 2.0: Glogster facilitou a aprendizagem dos alunos da turma 8A e 8C.*

Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 22) 8ª	
	f	%
Não facilitou a aprendizagem	3	14
Na pesquisa de informação a colocar no cartaz	1	5
Construir o cartaz ajuda a compreender a matéria	5	23
Organizar bem a informação a colocar no cartaz	9	41
Resumir/sintetizar a informação mais importante	7	32
Categorias de Resposta	N.º Alunos (n = 20) 8C	
	f	%
Selecionar a informação importante	5	25
Organizar a informação no cartaz	7	35
Não facilitou a aprendizagem	3	15
Sintetizar a matéria a colocar no cartaz	6	30

Relativamente aos aspetos interessantes da ferramenta Web 2.0: *Glogster*, vários alunos referiram o facto de esta permitir a organização da informação de variadas formas, através de cartazes interativos integrando, vídeos, imagens e texto, por exemplo. O aspeto referido como menos interessante é a sua dependência da utilização da Internet.

Vários alunos referiram que a utilização da ferramenta facilitou a aprendizagem, principalmente através da seleção, organização e síntese da informação necessária á construção do cartaz.

4.3.2 Análise das notas de campo da professora observante participante

A análise das notas de campo permite efetuar um balanço globalmente positivo da experiência pedagógica. Esta análise mostrou que as atividades desenvolvidas nas aulas facilitaram a aprendizagem e a compreensão das temáticas abordadas, o que foi reconhecido pelos alunos quando referiram no questionário de opinião dos módulos que os aspetos interessantes da atividade foram a “aprendizagem que fizeram sobre o tema” e “aprender através das próprias pesquisas de informação”. Também referiram ter sido vantajoso para a aprendizagem “trabalhar na aula de forma mais autónoma” e “trabalhar com diferentes ferramentas da Web 2.0”. A maioria dos alunos considerou que a ferramenta da Web 2.0 facilitou a aprendizagem: “a ferramenta obriga a selecionar, resumir e organizar bem a informação a colocar no panfleto”, “compreender e aplicar melhor o que pesquisámos” e “organizar bem a matéria em esquema”.

A oportunidade de “trabalhar em grupo” e “a discussão e debate de ideias com os elementos do grupo” também foram vantagens para promover aprendizagens nos alunos; no entanto, durante a realização de algumas tarefas revelou-se necessária a intervenção da professora investigadora atendendo às dificuldades de gestão de diferentes pontos de vista entre os vários alunos dos grupos. Alguns alunos consideraram uma desvantagem da atividade para a promoção da aprendizagem a “desigual colaboração de alguns elementos do grupo” e “opiniões muito diferentes entre os alunos”, o que revela a dificuldade que os alunos têm para aceitar e respeitar opiniões diferentes das suas.

As atividades realizadas potenciaram a interação entre alunos através do trabalho de grupo e da interação entre aluno-professor. Interações também reconhecidas pelos alunos quando referiram no questionário de opinião dos módulos que houve uma “maior comunicação com a professora”, “maior interação aluno-professor e entre alunos”, “aulas mais interessantes, mais interativas, mais divertidas” e “maior participação e colaboração dos alunos nas aulas”.

Os alunos demonstraram empenho, interesse e motivação durante a realização das tarefas propostas, no entanto, nas aulas em que se verificou fraco o sinal de Internet, os alunos tiveram mais dificuldade em concentrarem-se e terminarem as atividades solicitadas.

4.3.3 Análise dos dados das entrevistas aos alunos

A entrevista permite que os participantes possam discutir e transmitir as próprias interpretações acerca das suas vivências e manifestem os seus pontos de vista pelas suas próprias palavras (Cohen et al., 2007). De acordo com as finalidades do estudo pretendeu-se conhecer, através da entrevista, o ponto de vista dos participantes sobre o impacto social das atividades que realizaram, as relações entre as atividades que realizaram, o papel deles como cidadãos e as aprendizagens que as atividades lhe proporcionaram no âmbito da IIR.

Segundo o ponto de vista dos alunos, as atividades que desenvolveram tiveram algum impacto social uma vez que sensibilizaram e forneceram maior informação sobre a importância da área de investigação dos termos abordados e sobre os seus riscos.

A19A: Conseguimos fornecer mais informação sobre as vacinas às pessoas através dos panfletos, dos vídeos e da exposição.

A29A: Chamando a atenção das pessoas sobre o assunto.

A19B: Acho que é importante para sensibilizar as pessoas, ficarem mais informadas sobre as vacinas

Prof.: É só a informação que interessa passar? Os vossos panfletos vídeos e a exposição pode ter mudado a opinião de alguém sobre o assunto?

A29B: Achamos que sim, fornecemos muita informação sobre as vacinas.

A29C: As atividades realizadas podem ajudar a população e os alunos de outras turmas a perceber a importância da vacinação, mas também os seus riscos.

A18B: Dar a conhecer aos outros o que é a ZEE e que com o alargamento da sua plataforma continental, Portugal pode passar a ter jurisdição de uma área onde pode explorar mais recursos.

A28B: Fazer com que as pessoas percebam que o mar é mais do que a praia, o peixe e as rotas marítimas.

A38B: Chamar a atenção para a preservação e gestão dos recursos marítimos é importante que Portugal tenha um sistema eficaz de vigia e controlo das atividades.

A18A: Dar a conhecer aos outros estes temas, projetos de investigação

A18E: Informar os outros sobre o que aprendemos para que haja um maior cuidado com o nosso planeta.

Os alunos consideraram que a realização das atividades potenciaram a aquisição de informação importante para poderem agir enquanto cidadãos, através da divulgação do conhecimento que adquiriram.

A29A- Enquanto cidadãos temos o direito de saber como e o que devemos investir ou não na nossa saúde. Ao fazer este estudo permitiu-nos adquirir essa informação não só como estudantes mas também como cidadãos.

A29A: As atividades que realizámos serviram para tomar conhecimento, permitiu-nos adquirir maior conhecimento sobre o tema, logo temos que informar os restantes cidadãos

Prof.: Como é que informaram os outros?

A39A: Através dos nossos panfletos, vídeos e da exposição interativa, coisas que chamaram a atenção da população, dos outros.

A19B: Com a nossa exposição as pessoas podem aprender mais sobre o assunto

A29B: Podem saber mais, o que são, o que fazem, riscos e benefícios.

A39B: E também divulgar o trabalho dos cientistas sobre as investigações que tivemos acesso.

A29C: Como cidadãos é nosso dever contribuir para uma sociedade mais justa e com melhores meios de saúde.

A39C: As atividades realizadas ajudaram me a perceber a importância de informar os outros sobre a importância da vacinação, para lhes proporcionar mais bem-estar.

A28B: Revelar que os fundos marinhos escondem recursos preciosos e microrganismos utilizados na produção de cosméticos e de medicamentos

A48B: Ou no tratamento de doenças, como o cancro

A58B: Dar a conhecer à população que existe um robot, o ROVLuso que ajuda os cientistas nesta investigação.

A18B: Alertar para os riscos destas investigações, aumento da poluição marinha, alteração de habitats.

A28A: Nós dinamizamos uma exposição científica em que mostramos às pessoas a importância de se conhecer o mar e o projeto Portugal é mais mar.

A38A: Sensibilizar as pessoas para terem uma atitude mais responsável e sobre a importância desta investigação no futuro do nosso país.

A48A: Explicámos às pessoas que como os recursos terrestres estão a ser sobreexplorados uma alternativa futura são a exploração dos recursos dos fundos dos mares.

A28E: Sensibilizar as pessoas para terem uma atitude mais responsável e sobre a importância da investigação polar no futuro do nosso país.

As atividades que os alunos realizaram, segundo a sua própria opinião, proporcionaram-lhes várias aprendizagens no âmbito da IIR relativamente aos seis pontos-chave (Envolvimento, Igualdade de Género, Educação em Ciências, Acesso livre, Ética e Governança).

A49A: Quanto à igualdade de género vimos que não existe muita igualdade entre cientistas homens e mulheres, porque a maioria são homens.

A19A: Mas com a nossa pesquisa verificamos que também existem mulheres e portuguesas. A ciência devia apostar mais nas cientistas mulheres e que são tão boas como os homens.

A59A: Não existe muita ética, alguns laboratórios inventam epidemias.

A69A: Pandemias falseadas para venderem vacinas e medicamentos e tirarem lucro disso, não é correto.

A39A: Também aprendemos que se deve envolver todos os cidadãos sobre a temática das vacinas, através de campanhas de sensibilização, internet, jornais, TV.

A79A: Também vimos que existem sites onde os alunos podem fazer pesquisa sobre as vacinas mas não são muito específico e explícitos, existe o que se deve pesquisar sobre o assunto.

A59A: Todos devem ter livre acesso às investigações que se fazem sobre as vacinas, assim como devem ser publicados qualquer tipo de estudos que se façam para que nós tenhamos conhecimento sobre o que tomamos. Deverá haver sites informativos com tudo para que todos os cidadãos tenham acesso e ver.

Prof.: Há livre acesso?

A59A: Sim

Prof.: Todas as investigações no âmbito das vacinas são publicadas em livre acesso?

A59A: Nem todas, mas deviam ser todas.

A89A: O governo também tem que ter um papel importante na investigação. Acho importante o governo apoiar a investigação porque é para o benefício da sociedade. O PNV é muito importante e o site DGS também e são da responsabilidade do governo, as vacinas são muito importantes para a sociedade sem elas poderiam desenvolver-se muitas doenças que assim são evitadas.

A19B: A governação permite vacinas gratuitas e universais, se assim não fosse muitos não as poderiam levar.

A39B: Também é importante que haja livre acesso às investigações para que todos conhecermos bem os riscos e os benefícios das vacinas.

A19B: Pois porque vimos que há antivacinistas, acham que as vacinas fazem mal e podem por em riscos os outros.

A49B: Temos um papel importante na IIR, temos que nos envolver para o bem do nosso futuro

Prof.: Temos que ter conhecimento sobre a investigação que está a ser feita?

A49B: Sim, é importante que nos envolvamos.

A39C: Aprendi muita coisa nova, nomeadamente os tipos de vacina que existem e respectiva importância de uma investigação responsável nesta área, é a vida da humanidade que está em causa.

A29C: Estas atividades sobre a vacinação ajudam os cidadãos a perceber melhor a importância das vacinas na sua saúde.

A39C: Proporcionou um bom ambiente para aprender mais sobre vacinas e sobre o futuro da medicina e a importância da investigação e da inovação transparente nesta área da saúde.

A18B: Conhecer as características geológicas do fundo do mar que vão ajudar ao crescimento, à inovação e capacidade de atrair recursos.

A18A: Existem tanto homens como mulheres envolvidas nas investigações

A58A: Toda a população tem que ser envolvida nos projetos de investigação

Prof.: E como se consegue isso?

A58A: Palestras, notícias

A68A: O governo tem que patrocinar e apoiar as equipas envolvidas neste tipo de projetos

A68A: E tem que haver cuidados éticos nestas investigações.

A38A: Os resultados devem ser acessíveis a todos. Encontramos nos próprios sites destes projetos algumas publicações.

A58A: E também encontramos sites que tratam dos temas destes projetos com atividades para os alunos.

A18E: Todos devíamos ter noção da importância da ciência polar, ter acesso ao tipo de investigação e aos resultados da investigação, pois só assim ganhávamos maior consciência ambiental.

4.4 Perceções das Professoras Relativamente às Atividades

Neste quarto subcapítulo, com a finalidade de descrever as perceções das professoras relativamente às atividades desenvolvidas nas aulas de Ciências Naturais, são apresentados, tratados e discutidos os dados recolhidos a partir das entrevistas às professoras (4.4.1) e os dados recolhidos a partir do questionário IIR (4.4.2).

4.4.1 Análise dos dados das entrevistas às professoras

Pretendeu-se conhecer, através de entrevista, a opinião das duas professoras participantes no estudo, relativamente à implementação dos módulos, aos aspetos positivos da atividade realizada, às dificuldades sentidas na sua implementação e às modificações que introduziriam nos módulos desenvolvidos. Pretendeu-se, também, perceber quais as reações dos alunos e o grau de satisfação dos mesmos durante o desenvolvimento das atividades e saber as aprendizagens desenvolvidas, em termos de conhecimentos, capacidades e atitudes, por parte dos mesmos.

Do ponto de vista das professoras, são aspetos positivos o facto de as atividades facilitarem a interação e a comunicação entre os alunos e os alunos e o professor, promover hábitos de trabalho de grupo e estimular o pensamento inquiridor e crítico dos alunos.

P1: Facilitadora da comunicação com alunos, permite uma maior interação entre eles e entre o professor e os alunos e permite uma maior preparação. Uma maior

aquisição de conhecimentos e desenvolvimentos de competências. Para mim foi muito gratificante pois contactei com uma nova metodologia.

P2: Depois foi a envolvimento nos grupos, escolhidos por eles consoante as amizades, eu não interferi. Levaram aquilo muito a sério. Há muito que não fazíamos um trabalho de grupo desta forma, eles perceberam que era um trabalho com sequência. As primeiras aulas foram seguidas, só depois é que houve interrupções. Envolveram-se muito e até começaram a trazer outras notícias para as aulas. Coisas que tinham descoberto dos EUA, notícias até mais atuais.

P2: O aspeto mais positivo foi eles centrarem-se numa questão sobre a qual nunca tinham pensado. Este foi o aspeto mais positivo, começaram a debruçar-se sobre um assunto sobre o qual eles nunca tinham pensado.

Quanto às dificuldades sentidas na implementação dos módulos, as professoras referiram a maior autonomia que este tipo de atividade exige aos alunos e que alguns ainda não revelam. Uma das professoras participantes referiu, também, a dificuldade de acesso à Internet em algumas aulas.

P1: Nem todos os alunos estavam motivados para estas práticas, um trabalho de sala de aula que parte muito deles.

P2: Leituras dos textos, acabaram por dividir os grupos, tu lêes e nós vamos fazendo. Até tive de gerir a questão, tive que lhes dizer que não podiam fazer sem ler os textos. Fugiam da leitura

P1: ... e por vezes também não temos acesso à internet o que dificulta o cumprimento do planificado para aquela aula.

Quanto às modificações que as professoras introduziriam nos módulos, a professora que experimentou os módulos do 8.º ano não sugere qualquer alteração. No entanto, a professora que experimentou o módulo do 9.º ano sugere o recurso a textos mais curtos, salientando apenas os aspetos relevantes em estudo pelos alunos.

P1: Não alteraria nada, pois no meu ver estão bastante bem encaminhados o que facilita a nossa preparação.

P2: Textos mais curtos. Focando o mais importante da notícia: quem optou por não vacinar e consequências; como se fabricam e funcionam as vacinas. Foi importante também perceberem a parte da indústria farmacêutica, acharam

imensa piada à questão da vacina da gripe A, ter sido um “bluf”. Perceberam também o poder económico das farmacêuticas nestas questões.

A reação dos alunos durante o desenvolvimento das atividades, segundo as duas professoras, foi bastante positiva.

P1: Foi muito positivo pois utilizaram novas ferramentas tecnológicas, a visita de estudo e o contacto com os cientistas foi bastante motivador para eles.

P2: Gostaram muito. A sensação que tive é que gostaram do trabalho e tiveram pena de não levar tudo a eito, a sequência prevista foi interrompida por algumas vezes, por culpa minha, por questões que me obrigaram a faltar algumas vezes. A interrupção desmotivou-os um pouco.

Ambas as professoras referiram que os alunos manifestaram satisfação e interesse em cumprir as tarefas durante a realização de todas as atividades.

P1: Foi bom, a maioria revelou sempre muito interesse em cumprir as tarefas propostas.

P2: Gostaram muito de fazer o folheto. Eles conseguiram distribuir alguns folhetos. Os que fizeram os questionários gostaram de ficarem a saber a opinião de alguns pais sobre esta questão. No final do ano pedi um balanço de todas as atividades do ano e 80% dos alunos referiram este trabalho das vacinas.

Segundo a opinião das professoras, os alunos realizaram aprendizagem sobre a temática em estudo e desenvolveram competências de interpretação, argumentação, raciocínio, capacidade de síntese e espírito crítico.

P1: Aprenderam sobre os temas, desenvolveram capacidades de raciocínio, síntese de informação e a trabalharem em grupo.

P2: Agora conseguem opinar mais positivamente porque ganharam mais competências relacionadas com a argumentação, interpretação de textos com as leituras que fizeram, sistematizar os conhecimentos. A elaboração dos mapas de conceitos permitiram estabelecer relações, eles até diziam “vamos fazer mais mapas para outras matérias”. Os finais, como sabiam melhor e mais coisas foram mais fáceis de construir. Quanto às atitudes, mais atentos às notícias, mais críticos.

4.4.2 Análise dos dados do questionário IIR às professoras

Com a finalidade de investigar as atitudes das professoras no que respeita ao papel da investigação e inovação na sociedade atual, as professoras responderam ao questionário antes e após a aplicação das atividades. O questionário encontra-se organizado em duas partes. A primeira parte é constituída por vinte e quatro itens, nos quais as professoras optaram por um dos seguintes graus de concordância relativa para cada uma das seguintes afirmações: (1- discordo completamente; 2- discordo; 3- não concordo nem discordo; 4- concordo e 5- concordo completamente). A segunda parte é constituída por 5 questões. Os resultados obtidos através das respostas dadas pelas professoras encontram-se apresentados no quadro 4.58.

Da análise das respostas dadas pelas professoras, verifica-se que a resposta dada pela professora P1 à questão 2 difere antes e depois. Assim, a professora passou a considerar que os cientistas não devem publicar os resultados das suas investigações apenas para outros cientistas – **Envolvimento**.

A resposta à questão 11 difere antes e depois para a professora P1, a que passou a concordar que os cientistas devem tentar equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação – **Igualdade de Género**.

A questão 12, difere antes e depois para ambas as professoras (P1 e P2), uma vez que estas passaram a discordar com o facto de a comunidade científica e a comunidade empresarial não poderem trabalhar em conjunto por estarem motivadas por interesses diferentes - **Envolvimento**.

As 14ª e 24ª questões diferem antes de depois para a professora P1, uma vez que esta passou a revelar alguma indecisão quanto ao facto de o governo dever regulamentar as instituições de investigação científica e não dever determinar quais os tópicos de investigação mais importantes em detrimento de outros - **Governança**.

A resposta à questão 20 também difere antes e depois para a professora P2, que passou a discordar do facto de um cientista que necessita de pessoas que “trabalhem contra o relógio” não deve contratar mulheres com filhos pequenas – **Igualdade de Género**.

Quadro 4.59 *Opinião das professoras quanto ao papel da investigação e inovação na sociedade atual.*

Questões (1.ª Parte)	P1		P2	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Q1 Os cientistas devem dar palestras sobre o seu trabalho nas aulas de ciências.	5	5	4	5
Q2 Os cientistas devem publicar os resultados das suas investigações apenas para outros cientistas.	5	2	2	1
Q3 Não há problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham as mesmas qualificações.	1	1	2	1
Q4 Os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral em palestras abertas ao público.	5	5	4	5
Q5 De forma a poderem decidir sobre temas a investigar, os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, direitos humanos e direitos do consumidor.	5	4	4	4
Q6 Os cientistas devem focar-se apenas em fazer investigação e não devem dedicar o seu tempo a promover a aprendizagem nas escolas.	2	1	2	2
Q7 As pessoas que criam produtos não têm a necessidade de pensar acerca dos possíveis riscos associados a tais produtos.	1	1	2	1
Q8 Os cientistas devem relatar as suas descobertas ao governo, ainda que não sejam obrigados a fazê-lo.	3	3	5	5
Q9 Os industriais que desenvolvem produtos tecnológicos, tais como novos telemóveis e aplicações para computadores, devem ser convidados a dar palestras sobre o seu trabalho nas escolas.	4	4	5	5
Q10 O governo, as empresas e as organizações não governamentais não partilham dos mesmos valores, e por isso não podem trabalhar em conjunto.	1	2	2	1
Q11 Os cientistas devem tentar equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação.	3	4	5	5
Q12 A comunidade científica e a comunidade empresarial não podem trabalhar em conjunto porque estão motivadas por interesses diferentes.	3	2	3	2
Q13 Os cientistas devem despende parte do seu orçamento para a investigação na divulgação <i>online</i> da sua investigação, de modo gratuito e em livre acesso.	4	4	3	3
Q14 O governo deve regulamentar as instituições de investigação científica.	5	3	5	5
Q15 Ter elevados padrões éticos pode ajudar a garantir resultados de elevada qualidade em ciência e tecnologia.	4	4	5	5
Q16 As organizações que financiam a investigação científica devem consultar os cientistas para decidirem quais os tópicos de investigação a financiar.	5	4	4	5
Q17 Se for claro que uma dada investigação comporta implicações negativas ou riscos associados, então os cientistas têm o dever de a cessar.	5	5	4	5
Q18 Quando os cientistas são obrigados a divulgar os detalhes da sua investigação, deixam de ter liberdade académica.	2	2	1	2
Q19 O currículo de ciências das escolas deve incluir tópicos como o modo como a ciência resolve os problemas da sociedade.	4	5	5	5
Q20 Um cientista que necessita de pessoas que “trabalhem contra o relógio” não deve contratar mulheres com filhos pequenos.	3	3	3	1
Q21 Mulheres e homens devem ter iguais direitos e responsabilidades na investigação científica.	5	5	5	5
Q22 Uma das funções do governo é prevenir práticas danosas ou não éticas na investigação e inovação.	5	4	5	5
Q23 Os cientistas têm a obrigação de disponibilizar a todos os resultados das suas investigações.	4	4	5	5
Q24 O governo não deve determinar quais os tópicos de investigação mais importantes em detrimento de outros.	2	3	5	5

Quadro 4.59 *Opinião das professoras quanto ao papel da investigação e inovação na sociedade atual (continuação).*

Questões (2. ^a Parte)	P1		P2	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Q25 Cada um dos seguintes grupos pode assumir diferentes graus de responsabilidade nas consequências da investigação e da inovação na sociedade e no ambiente.	4	5	4	4

Nas seguintes questões, as professoras optaram por um dos seguintes graus de concordância relativa a cada uma das seguintes afirmações: (1-grau muito reduzido; 2-grau reduzido; 3 grau nem reduzido nem elevado; 4 grau elevado e 5- grau muito elevado).

Questões (2. ^a Parte)	P1		P2	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Q25 Num mundo ideal, qual o grau de responsabilidade que cada um destes grupos deve assumir?				
Governo	5	5	4	5
Instituições Académicas	5	5	4	4
Cientistas	5	5	5	5
Educadores	3	4	2	2
Organizações Ambientais	5	5	4	4
Músicos	1	1	1	1
Organizações não governamentais	3	3	4	4
Consumidores	3	3	3	3
Empresas	4	4	3	3
Media impresso e eletrónico	3	3	2	2

Questões (2. ^a Parte)	P1		P2	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Q26 No seu país, atualmente, qual o grau de responsabilidade que cada um dos grupo anteriores tem?				
Governo	2	1	2	2
Instituições Académicas	3	3	5	5
Cientistas	4	3	5	5
Educadores	4	3	1	1
Organizações Ambientais	4	4	3	3
Músicos	2	1	1	1
Organizações não-governamentais	4	5	3	3
Consumidores	2	1	1	1
Empresas	3	2	3	3
Media impresso e eletrónico	3	3	3	3

Quadro 4.59 *Opinião das professoras quanto ao papel da investigação e inovação na sociedade atua (continuação).*

Questões (2. ^a Parte)	P1		P2	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Q27 Com que frequência participou, nas aulas de ciências, em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade?	4	4	3	3
Q28 Com que frequência participou em aulas ou <i>workshops</i> sobre questões éticas da ciência e sociedade?	4	3	4	4
Q29 Com que frequência lecionou questões relacionadas com ciência e sociedade?	4	4	3	3

5. Considerações Finais

O presente capítulo está organizado segundo as seguintes secções: na primeira são apresentadas as conclusões e implicações do estudo, tendo como referência as questões orientadoras, os resultados obtidos e o enquadramento teórico efetuado, dando resposta ao problema inicialmente definido (5.1). Na segunda secção são referidas as limitações do estudo (5.2) e na terceira e última secção são traçadas sugestões para futuras investigações (5.3).

5.1 Conclusões do Estudo

No âmbito deste estudo, foi formulado o seguinte problema de investigação: Qual o impacto de atividades IBSE integrando ferramentas da Web 2.0 no desenvolvimento de conhecimentos e competências necessários ao exercício de uma cidadania ativa, fundamentada e crítica, no âmbito da investigação e inovação responsáveis em áreas científicas de ponta?

Este enunciado foi delimitado nas seguintes questões de investigação:

Como se poderá conjugar a reflexão sobre a investigação e inovação responsáveis com a abordagem IBSE?

De que forma as aplicações da Web 2.0 poderão auxiliar na concretização das diferentes fases desta abordagem?

Que potencialidades e dificuldades experimentam alunos e professores durante a realização destas atividades IBSE?

Como forma de operacionalizar estas questões foram definidos objetivos que conduziram à construção de protótipos de módulos de aprendizagem segundo o método IBSE dos 7E com recurso a aplicações da Web 2.0 sobre áreas científicas de ponta, atuais e pertinentes (Biotecnologia e Bioética; Alargamento da Plataforma Continental Portuguesa e Ciência Polar) numa perspetiva de investigação e inovação responsáveis. Foram criados três módulos: o módulo 1: “Vacinar ou Não Vacinar?”, o módulo 2: “Portugal é + Mar?” e o módulo 3: “Degelo *versus* Erosão: Qual a relação?”, cada módulo é acompanhado pelos respetivos guiões de atividade do professor, do aluno, e das grelhas de avaliação para professores e alunos.

Os protótipos de módulos produzidos foram aplicados em aulas de ciências naturais, permitindo a realização das situações de aprendizagem previstas que foram alvo de procedimentos de recolha de dados tendo em vista dar resposta às questões de investigação. As situações de aprendizagem foram implementadas durante o ano letivo de 2014-2015.

5.1.1 Reflexão sobre a IIR com a abordagem IBSE 7E.

O conceito de IIR foi desenvolvido, no âmbito do plano de ação *Science in Society*, com a finalidade de promover e clarificar o papel da investigação científica na sociedade, a criação de investigação e inovação orientadas para as necessidades da sociedade envolvendo todos os atores sociais e promovendo a participação pública, com abordagens ativas, responsáveis e democráticas.

A IIR implica: (a) o envolvimento consistente e contínuo da sociedade, desde o início até ao final do processo de inovação, o envolvimento dos diferentes atores sociais, tais como, os cientistas, a indústria, os decisores políticos, as escolas e a sociedade civil; (b) uma inclusão justa e igualitária de todos os indivíduos, independentemente do seu sexo ou contexto social; (c) a avaliação e, efetivamente, priorização dos impactes, dos riscos e das oportunidades sociais, éticas, ambientais, tecnológicas e económicas (Projeto IRRESISTIBLE, 2014).

Na escola, pretende-se que os alunos se tornem conscientes da necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade, em prol de uma investigação e inovação que sejam, de facto, responsáveis, o que inclui (a) a construção de conhecimento sobre investigação de temas científico atuais, pertinentes e polémicos; e (b) que sejam alvo de discussão, numa perspetiva de investigação e inovação responsáveis (Projeto IRRESISTIBLE, 2014). Pretende-se construir uma sociedade cientificamente alfabetizada, uma sociedade com uma compreensão crítica dos processos e produtos da ciência e da tecnologia, capaz de lidar com as questões sociocientíficas associadas e, refletir criticamente sobre como a ciência e a tecnologia podem afetar a vida dos cidadãos de desenvolverem competências para expressarem as suas opiniões, isto é, tornarem-se cidadãos capazes de se envolverem na investigação sociocientífica e no debate de assuntos controversos, criticar de forma fundamentada, confrontar dados, avaliar o grau de confiança dos estudos e dos produtos da investigação científica.

A "Europa 2020" enfatiza a inovação e a aprendizagem ao longo da vida, exigindo uma transformação da educação científica, a alfabetização em ciência e tecnologia como um dos fatores indispensáveis para o sucesso socioeconómico das sociedades europeias.

A metodologia de ensino-aprendizagem IBSE, aprendizagem centrada no aluno, e baseada nas suas próprias questões sobre os temas científicos explorados, promove o espírito crítico e a capacidade de questionamento e de investigação, que se assumem como pilares nas disciplinas de carácter científico. Este contexto de ensino-aprendizagem proporciona aos alunos um ambiente de sala de aula fomentador de trabalho de pesquisa, reflexão e pensamento crítico.

Esta metodologia, de acordo com os princípios epistemológicos do construtivismo e autores referidos na revisão da literatura, estimula, a autonomia e a criatividade do aluno, no processo de ensino e aprendizagem, ao longo do qual o aluno assume o papel de principal agente responsável pela sua própria aprendizagem.

Os módulos de aprendizagem construídos e aplicados neste estudo estimulam contextos de ensino-aprendizagem que proporcionam aos alunos um ambiente de sala de aula fomentador de trabalho de pesquisa, reflexão e pensamento autónomo e crítico, permitindo ao aluno construir significados sobre o tema científico explorado. O trabalho realizado em aula, em pequenos grupos, permitem aos alunos aprender a cooperar e colaborar com os seus pares de forma construtivista.

Uma educação em ciências baseada em IBSE promove a motivação dos alunos e aprendizagens significativas, sendo benéfica para o desenvolvimento cognitivo e linguístico dos alunos, através das fases IBSE: *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Extend* e *Evaluate*. Neste estudo, evidenciam-se os resultados obtidos nos segundos mapas de conceitos, mais complexos do que os primeiros. Verificou-se, na maioria dos alunos, um aumento do número de proposições utilizadas, um maior número de relações válidas e justificadas assim como um maior número de hierarquias, que demonstram uma melhoria na qualidade dos conhecimentos.

Promove também a aquisição de competências que lhes permitem tomar decisões e resolver questões sociocientíficas. Estas competências são adquiridas através das fases IBSE: *Exchange* e *Empowerment*. Nestas fases os alunos partilharam os resultados das suas investigações com a comunidade educativa, comunicaram o novo conhecimento construído envolvendo-se numa ação coletiva e construíram uma exposição científica que integrava os trabalhos realizados pelos alunos.

Através do pensamento crítico e da reflexão, o aluno é capaz de construir significados que podem ser usados para desenvolver ações democráticas de resolução de problemas que afetam a sociedade. Segundo as professoras envolvidas neste estudo um dos aspeto mais positivos da atividade foi a possibilidade de os alunos se centrarem numa questão sobre a qual nunca tinham pensado anteriormente, envolvendo-se muito “até começaram a trazer notícias para as aulas, notícias até mais atuais”.

As análises das respostas dadas pelos alunos no questionário IIR, das notas de campo da professora investigadora, das transcrições das entrevistas aos alunos e às professoras e a dos trabalhos finais evidenciou algumas das potencialidades pedagógicas da abordagem IBSE numa perspetiva de IIR.

Os alunos consideraram que esta abordagem lhes permitiu, com maior frequência e iniciativa própria, participar em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade, discutir sobre problemas atuais ponderando sobre o efeito desses problemas afetam nas suas vidas, desenvolver projetos que consideram importantes e socialmente relevantes, aprender a agir de forma socialmente responsável e desenvolver exposições científicas. Todas estas competências, permitem-lhes influenciar as decisões e os comportamentos dos outros cidadãos sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente. Consideraram, também, ter aprendido, a realizar iniciativas que lhes permitem influenciar as decisões e os comportamentos dos cidadãos sobre questões sociais relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

Segundo os alunos, as atividades que realizaram, proporcionaram várias aprendizagens relativamente aos seis pontos-chave da IIR (envolvimento, igualdade de género, educação em ciências, livre acesso, governação e ética), evidenciadas nos trabalhos finais dos alunos. Os alunos consideraram, também, ter um papel muito importante na IIR, “temos que nos envolver para o bem do nosso futuro”, “temos que ter conhecimento sobre a investigação que está a ser feita”.

Confirmando autores referidos na revisão da literatura, a análise dos trabalhos finais, dos resultados obtidos no mapa de conceitos final, das notas de campo da professora investigadora, das respostas dadas pelos alunos nos questionários de opinião e da transcrição das entrevistas dos alunos e das professoras, revelou que o envolvimento dos alunos nestas atividades, permite-lhes desenvolver mais criatividade, atitudes mais positivas relativamente à ciência e mais autonomia, promovendo literacia científica e a compreensão dos processos da ciência, a aquisição de vocabulário específico, a compreensão de conceitos e o pensamento crítico. Simultaneamente, criaram-se

condições facilitadoras da aquisição e do desenvolvimento de competências indispensáveis na promoção da literacia científica, preconizadas nas orientações curriculares:

- Conhecimento processual: através do desenvolvimento de capacidades científicas de pesquisa, interpretação de textos, recolha e utilização de evidências sobre o tema científico em estudo nos diferentes módulos de aprendizagem;
- Conhecimento epistemológico: através do desenvolvimento da capacidade de comunicar e argumentar sobre as novas conceções científicas construídas, envolvendo os alunos numa ação coletiva, concretamente, na construção de artefactos que compõem a exposição científica;
- Conhecimento substantivo: através da compreensão dos conceitos científicos relativos ao tema científico em estudo, adquiridos no processo de elaboração dos mapas de conceitos que permitem estabelecer relações entre conceitos e a compreensão das interações que se estabelecem entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente evidenciada nos trabalhos finais elaborados pelos alunos;
- Raciocínio: através do desenvolvimento da análise crítica, da aplicação e interpretação de dados através das inferências estatísticas e das deduções elaboradas perante evidências relacionadas com os temas científicos estudados;
- Atitudes: através da cooperação entre colegas no trabalho de grupo, do envolvimento numa ação coletiva fundamentada em pesquisa e na investigação – planificação e construção da exposição científica;
- Comunicação: através do desenvolvimento da capacidade de comunicar usando linguagem escrita e oral, organização da informação, sistematização dos conhecimentos de forma clara e coerente com capacidade de defesa e argumentação evidenciada nos panfletos, no póster e nos vídeos elaborados pelos alunos.

As estratégias de ensino e aprendizagem implementadas também revelaram impacto positivo no desenvolvimento profissional e na motivação dos professores, uma

vez que permitiram desenvolver com maior facilidade as competências essenciais preconizadas nas orientações curriculares.

Este trabalho permitiu ao professor investigador melhorar as suas competências profissionais no domínio do conteúdo científico e prática no ensino das ciências. A formação de professores do projeto IRRESISTIBLE teve uma importância fulcral no desenvolvimento de competências no domínio do conteúdo científico, contribuindo para um maior conhecimento sobre as áreas científicas de ponta incluídas nos módulos de aprendizagem elaborados de acordo com este estudo. Contribuiu, também para um maior conhecimento didático inerente à metodologia IBSE dos 7E e uma maior integração de aplicações da Web 2.0 sobre áreas científicas de ponta numa perspetiva de IIR. Permitiu, ainda, aos professores que integravam a CdA IRRESISTIBLE se apropriarem-se de formas relevantes de ensinar ciências e de adquirir competências para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem inovadores e criativos.

A aplicação dos módulos na sala de aula permitiu à professora investigadora vivenciar um ambiente de grande motivação para os alunos, em que estes revelaram interesse e envolvimento nas pesquisas efetuadas. A metodologia de ensino-aprendizagem preconizada nos módulos de aprendizagem é promotora do trabalho em grupo, facilitando a compreensão da natureza colaborativa do trabalho científico, e de uma cidadania ativa e fundamentada, permitindo que o aluno se envolva numa ação coletiva fundamentada em pesquisa e investigação com a finalidade de alertar a comunidade e assim contribuir para a educação científica de outros cidadãos.

A metodologia DBR, utilizada para operacionalizar este estudo, permitiu à professora investigadora, através dos ciclos de implementação, análise e avaliação, gerar conhecimento prático sobre a intervenção, criando oportunidades de aprendizagem e de melhoria progressiva no ciclo subsequente da intervenção.

A implementação, em sala de aula dos módulos assim como a dupla função desempenhada pela professora investigadora, permitiu melhorar competências referentes à prática no ensino das ciências, à reflexão e introspeção como profissional de ensino, fatores que contribuíram para elevar a qualidade do processo ensino-aprendizagem através de melhor preparação dos alunos na aquisição das competências necessárias para os desafios do século XXI.

A melhoria qualitativa das aprendizagens e o aumento do nível de literatura científica e tecnológica dos alunos requer um ensino mais centrado no aluno. Mantendo

esta finalidade em mente, é necessário que o professor adote estratégias que envolvam os alunos em atividades de investigação e pesquisa, apoiando-os na construção do seu próprio conhecimento, na colocação de questões e no planeamento e desenvolvimento de investigações científicas. Posteriormente, é necessário auxiliar os alunos a interpretar, analisar e apresentar resultados, para que estes compreendam verdadeiramente o que aprendem, ou seja, construam estruturas mentais que representam adequadamente o que aprenderam e não se limitem a memorizar conteúdos e as informações. É importante que o aluno desempenhe um papel ativo e consciente na (re)construção, ampliação e gestão do seu conhecimento.

Através da metodologia de ensino-aprendizagem preconizada pelo projeto IRRESISTIBLE, IBSE dos 7E, aliada ao uso de ferramentas da Web 2.0 numa perspetiva de IIR, o aluno, através do seu envolvimento em atividades de pesquisa que estimulem o pensamento crítico e a reflexão, conseguirá construir significados que podem ser usados para desenvolver ações democráticas de resolução de problemas que afetam a sociedade.

O relatório ALLEA (2012), fundamentado em investigações realizadas na Europa, enfatiza a necessidade de ampliar o ensino das ciências baseado em IBSE e a qualidade da formação dos professores de ciências. Este relatório recomenda melhores interações entre as comunidades educativas, científica, política, empresarial e a sociedade em geral, permitindo implementar localmente as soluções institucionais mais adequadas a fim de aumentar a sensibilização no que diz respeito à questão da literacia científica. Estas Recomendações corroboram a pertinência do projeto IRRESISTIBLE, cujo principal objetivo é consciencializar alunos e professores para a necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade, em prol de uma investigação e inovação responsáveis.

5.1.2 Ferramentas da Web 2.0 na concretização das fases IBSE 7E

A análise das respostas dadas pelos alunos no questionário de opinião, a análise das notas de campo da professora investigadora e a análise da transcrição das entrevistas às professoras evidenciou algumas das potencialidades pedagógicas do uso das ferramentas da Web 2.0 na concretização das fases IBSE em contexto de sala de aula.

Neste estudo, as TIC facilitaram o acesso à informação e a recursos que proporcionaram, através de atividades de pesquisa, o desenvolvimento de competências de trabalho de grupo, interpretação, síntese e reflexão crítica. Neste estudo as ferramentas

da Web 2.0 potenciaram as aprendizagens através da metodologia IBSE, revelando-se promissoras num processo de ensino-aprendizagem das ciências mais apelativo e motivador que estimula a criatividade, os ambientes de pesquisa, a participação dos alunos, o interesse, o espírito crítico, a capacidade de síntese, a interpretação e o raciocínio, assim como a autonomia e a literacia digital do aluno.

As professoras envolvidas neste estudo também consideraram que o trabalho com as ferramentas da Web 2.0 foi motivador para os alunos, estimulando o processo de interação, as aprendizagens e o desenvolvimento de competências. A construção de competências pelos mesmos e até uma maior compreensão do conteúdo científico foi reforçada pelo uso das ferramentas da Web 2.0, apoiando uma aprendizagem significativa dos temas científicos estudados. Os alunos consideraram as aulas de ciências mais interessantes, mais divertidas, mais interativas em termos da cooperação entre alunos e alunos-professor, aulas que se revelaram potenciadoras de discussão de ideias e opiniões, confirmando a opinião de autores referidos na revisão da literatura (Carvalho, 2008; Jones, 2012; Luehmann e Frink, 2012; Sadler e Dawson, 2012; Solomon & Schrum, 2007).

As ferramentas da Web 2.0 que podem ser usadas em cada uma das fases do IBSE, são várias e cada uma apresenta potencialidades para apoiar as aprendizagens significativas dos alunos.

No presente estudo, utilizaram-se ferramentas Web 2.0 e ferramentas TIC apresentadas no quadro (5.1) nos protótipos de módulos explorados na sala de aula, em cada uma das fases IBSE. No entanto, nos módulos construídos encontram-se mais sugestões de ferramentas Web 2.0 que podem ser utilizadas em contexto de sala de aula durante a exploração dos módulos.

Quadro 5.1 *Ferramentas da Web 2.0/TIC utilizadas nas fases IBSE*

	<i>Engage</i>	<i>Explore</i>	<i>Explain</i>	<i>Extend</i>	<i>Evaluate</i>	<i>Exchange</i>	<i>Empowerment</i>
Vacinar ou Não Vacinar?	POPPLET mapa de conceitos	PUBLISHER panfleto		WINDOWS MOVIE MAKER vídeo			
Portugal é + Mar?	POPPLET mapa de conceitos	POPPLET mapa de conceitos		GLOGSTER cartaz interativo			
Degelo versus Erosão	POPPLET mapa de conceitos			GLOGSTER Cartaz interativo			

Na fase *Engage*, pretende-se despertar a motivação e o interesse do aluno para as atividades seguintes e identificar os seus conhecimentos prévios. Assim, nesta fase optou-se por usar uma ferramenta que permite construir mapas de conceitos – *POPPLET*, permitindo ao aluno identificar os conceitos/ideias principais sobre o tema, relacionar esses conceitos/ideias, organizando esquematicamente a informação integrando elementos visuais (imagens e vídeos).

Na fase *Explore*, pretende-se que os alunos se envolvam com o tema científico em estudo e construam conhecimento acerca do tema, realizando atividades de pesquisa e/ou atividades experimentais, questionando, analisando dados e refletindo sobre os resultados. A opção recaiu no *POPPLET* e no *PUBLISHER* que permitem realizar mapas de conceitos e panfletos, respetivamente, podendo o aluno sistematizar o que aprendeu integrando elementos visuais (imagens e gráfico), dispondo e organizando visualmente a informação do modo mais conveniente à sua aprendizagem.

Na fase *Extend*, o aluno mobiliza o novo conhecimento e aplica-o em novas situações problemas, que incluem aspetos da investigação e inovação responsáveis. Nesta fase, utilizou-se o *WINDOWSMOVIE MAKER* e o *GLOGSTER*, ferramentas que permitem sistematizar o conhecimento integrando elementos visuais (imagens e vídeos) podendo o aluno dispor e organizar a informação do modo que lhe for mais conveniente.

Todas as ferramentas da Web 2.0 e ferramentas TIC utilizadas em contexto de sala de aula foram consideradas pela maioria dos alunos de fácil utilização, permitindo-lhes uma fácil organização de conteúdo que pode ser facilmente partilhado. No entanto,

apontaram como aspetos menos interessantes destas ferramentas a inevitável dependência da Internet e o espaço restrito do conteúdo a inserir.

Na opinião dos alunos, o *POPPLET* permite criar mapas de conceitos divertidos e criativos, permitindo-lhes integrar vídeos e imagens. Além disso, revelam que trabalhar com o *POPPLET* facilitou a aprendizagem pois exige uma boa organização da matéria para construir o esquema - mapa de conceitos.

A ferramenta *PUBLISHER*, segundo os alunos, é uma ferramenta que permite apresentações mais dinâmicas e interativas com a inserção de texto, de imagens e de gráficos. Esta ferramenta é motivadora de aprendizagens e potencia uma boa seleção, organização e resumo da informação a inserir no panfleto, de forma a torná-lo apelativo a quem o lê.

O *WINDOWSMOVIEMAKER*, segundo a opinião dos alunos, permite apresentações cativantes, atrativas e interativas, através da inserção de texto, imagem, música e vídeo. Os alunos também consideraram que a ferramenta permite uma maior compreensão e aplicação do conteúdo estudado, pois exige uma maior seleção, organização e síntese da informação a colocar no vídeo

Segundo os alunos o *GLOGSTER* permite criar cartazes interativos, apresentações criativas e apelativas, pois requer a integração de vídeo, imagem e texto, através de uma boa seleção, organização e síntese do conteúdo a colocar no cartaz, uma vez que, o espaço do conteúdo a colocar é limitado.

A integração das ferramentas da Web 2.0 e ferramentas TIC nas diferentes fases do IBSE proporcionou vantagens essenciais à aprendizagem, uma vez que tornou o processo de ensino-aprendizagem mais interessante e relevante através de um acesso rápido à informação, integrando vantagens do trabalho colaborativo e as oportunidades de implementação de situações de discussão, de análise, de comunicação e de construção, pelos alunos, do seu próprio conhecimento.

A utilização destas ferramentas proporcionou a aquisição e desenvolvimento de competências indispensáveis à promoção da literacia científica, nomeadamente, de conhecimento processual substantivo, de raciocínio, de atitudes e de comunicação. A aquisição destas competências foram evidenciadas através da análise dos resultados obtidos pelos alunos no mapa de conceitos final, assim como através da análise dos trabalhos finais, realizados com as diferentes ferramentas da Web 2.0/TIC, que revelaram uma melhoria na qualidade dos conhecimentos, face aos conhecimentos iniciais, revelando que os alunos estabeleceram ligações eficazes entre a nova informação e as

ideias pré-concebidas, e a mobilização e aplicação do novo conhecimento em novas situações.

Quadro 5.2 *Potencialidades das ferramentas da Web 2.0 na aquisição e desenvolvimento de competências*

	Conhecimento Processual	Conhecimento Epistemológico	Conhecimento Substantivo	Atitudes	Comunicação	Literacia Digital
POPPLT (Mapa de conceitos)	Recolha e utilização de conceitos científicos	Desenvolvimento da capacidade de comunicar e argumentar sobre as novas conceções	Compreensão dos conceitos científicos	Colaboração entre alunos no trabalho de grupo	Organização da informação, sistematização de conhecimentos de forma clara e coerente	Conhecer e utilizar novas ferramentas da Web 2.0
PUBLISHER (Panfleto)						
WINDOWS MOVIMAKER (Vídeo)						
GLOGSTER (Cartaz interativo)						

5.1.3 Potencialidades e Dificuldades na execução das atividades.

A análise dos questionários de opinião, das transcrições das entrevistas e das notas de campo da professora investigadora permitiu identificar as seguintes potencialidades sentidas pelos alunos relativamente às atividades: a) na comunicação com a professora, promovendo maior interação entre alunos-professor; b) na interação entre alunos, estimulando maior participação e colaboração dos alunos nas aulas; c) na estimulação do interesse e da motivação, promovendo aulas mais interessantes, mais interativas e mais divertidas; d) nas competências de comunicação, de discussão e de debate de ideias entre os alunos, promovidas pelo trabalho de grupo e e) na aprendizagem, através de um trabalho de sala de aula mais autónomo, uma aprendizagem mais significativa com a pesquisa de informação sobre os temas científicos explorados, contacto e exploração de ferramentas da Web 2.0, planificação e montagem da exposição científica, aquisição de informação importante para uma tomada de decisão enquanto cidadãos ativos e responsáveis, através da divulgação do conhecimento que adquiriram, aprendizagem significativa realizada no âmbito da IIR, nomeadamente, das seis dimensões da IIR (Envolvimento, Igualdade de Género, Educação em Ciências, Livre Acesso, Ética e Governação).

Relativamente às dificuldades dos alunos, identificaram-se as seguintes: a) acesso à internet, que compromete o desenvolvimento das atividades na aula; b) gestão de opiniões divergentes entre os alunos do grupo e c) colaboração equitativa de todos os elementos do grupo nas atividades.

No que diz respeito às professoras, foram identificadas as seguintes potencialidades na execução das atividades: a) interação e comunicação entre alunos e alunos-professor; b) promoção de hábitos de trabalho de grupo; c) estimulação do pensamento inquiridor e crítico dos alunos; d) motivadoras dos alunos no cumprimento das tarefas; e) na motivação dos alunos na utilização das ferramentas da Web 2.0 e no contacto com investigadores das áreas científicas exploradas nas aulas; f) na aprendizagem que os alunos realizaram sobre o tema científico em estudo; e g) nas competências de interpretação, argumentação, raciocínio, capacidade de síntese e espírito crítico que os alunos desenvolveram.

As dificuldades identificadas pelas professoras foram as seguintes: a) na autonomia que este tipo de atividade exige ao aluno, não estando alguns deles preparados e b) no difícil acesso à Internet durante a realização das atividades.

Este estudo contribui para um maior conhecimento das potencialidades, compreensão e clarificação da aplicabilidade de estratégias educativas de natureza investigativa (de tipo IBSE), que integram aplicações da Web 2.0 sobre investigação e inovação responsáveis no ensino das ciências naturais, proporcionando um ensino interessante, desafiante e atualizado, conduzindo ao desenvolvimento de competências essenciais ao século XXI.

Os três módulos de aprendizagem construídos são um dos produtos deste estudo. Permitem o desenvolvimento de competências essenciais, à construção de uma literacia científica baseada em investigação e inovação responsáveis, indispensável ao exercício de uma cidadania ativa e responsável, orientada para a ação sociopolítica, no âmbito das orientações curriculares do Ensino Básico.

Este estudo contribui, também, para um maior esclarecimento de como as ferramentas da Web 2.0 podem potenciar as aprendizagens através da metodologia IBSE.

5.2 Limitações do Estudo

No presente estudo existiram algumas situações condicionantes que deverão ser consideradas.

O facto de a investigadora ter sido, em simultâneo, professora de três das seis turmas que participaram neste estudo e de ter efetuado a observação em sala de aula, poderá, de certa forma condicionar as próprias observações.

A aplicação de um único módulo de atividades na maioria das turmas envolvidas no estudo não permitiu averiguar se houve evolução dos alunos perante a realização deste tipo de atividades.

As exigências curriculares relacionadas com o cumprimento do programa da disciplina não permitiu aos alunos disporem de mais tempo para desenvolverem as atividades.

O apoio dedicado à exploração das ferramentas da Web 2.0 podia ter sido mais desenvolvido, potenciando a aprendizagem dos alunos através de atividades investigativas do tipo IBSE e da integração em todas as fases do IBSE ferramentas da Web 2.0.

O acesso à Internet nem sempre foi conseguido durante o tempo previsto para a realização das atividades, durante o funcionamento de algumas aulas, o que comprometeu o seu bom funcionamento e o próprio desenvolvimento da atividade, uma vez que as ferramentas da Web 2.0 dependem da ligação à Internet. Estes imprevistos condicionaram desfavoravelmente a realização das atividade, contribuindo para algum desinteresse dos alunos.

Tanto os alunos, como as professoras participantes experimentaram algumas dificuldades de adaptação à nova metodologia, inerentes à alteração na estratégia utilizada habitualmente pelo professor e a uma prática diferente à que é familiar aos alunos. Apesar da curiosidade e dinamismo despertados num primeiro contacto com a metodologia, cedo surgiram dificuldades inerentes às características dos próprios alunos, em particular aos do 8.º ano, principalmente relacionados com a ausência de hábitos de trabalho, raciocínio e dificuldades inerentes à comunicação linguística, oral e escrita que limitavam a consecução das tarefas propostas. Alguns alunos tiveram dificuldades ao nível das competências relacionadas com as atitudes nomeadamente em promover a discussão e debate de ideias em grupo e com a própria autonomia. No início, revelou-se muito importante a intervenção do professor no esclarecimento de dúvidas, na moderação do debate, na correção da linguagem, no estímulo do confronto de ideias e da gestão de

conflitos, na organização de conceitos e na elaboração de sínteses. À medida que os alunos foram tomando consciência das potencialidades da metodologia nas suas próprias aprendizagens, começaram a manifestar uma atitude mais positiva, ganharam alguma autonomia e a intervenção do professor diminuiu progressivamente.

5.3 Sugestões para Futuras Investigações

A partir do estudo realizado, dos resultados obtidos e da opinião favorável dos alunos e professores, seria interessante continuar a desenvolver com estes participantes o ensino das ciências em IBSE com recurso à Web 2.0 numa perspetiva de IIR, nos anos de escolaridade seguintes. O objetivo seria estimular e promover de forma sistemática a pesquisa de informação, tentando superar algumas dificuldades que os alunos sentiram durante a realização do presente estudo.

Seria também interessante desenvolver o ensino das ciências numa perspetiva IBSE com recurso à Web 2.0 numa perspetiva IIR, em níveis de escolaridade inferiores (Pré-escolar e Primeiro Ciclo), de forma a estimular, no início da escolaridade dos alunos, o pensamento inquiridor e crítico e uma maior autonomia com vista a uma cidadania ativa. É importante preconizar e enfatizar no Pré-escolar e no Primeiro Ciclo a educação em ciências, munindo educadores e professores de apoio e competências científico-pedagógicas, que lhes permitam desenvolver o ensino das ciências em IBSE com recurso à Web 2.0 numa perspetiva de IIR, adequado às orientações curriculares destes níveis de ensino e ao nível etário dos alunos.

Referências Bibliográficas

- Abdu, A. (2014). The effect on inquiry-based learning method on students academic achievement in science course. *Universal Journal of Educational Research* 2(1), 37-41.
- Aikenhead, G. (2005). Research into STS science education. *Educación Química*, 16(3), 384-397.
- ALLEA (2012). A renewal of science education in Europe: views and actions of national academies. Retirado em 2 de setembro de 2014 de <http://www.interacademies.net/File.aspx?id=21281>.
- Allende, J. (2008). Academies active in education. *Editorial, Science*. Retirado em 8 de fevereiro de 2014 de <http://www.sciencemag.org/content/321/5893/1133>.
- Allende, J. et al (2010). Taking Inquiry-Based Science Education into Secondary Education. Retirado em 5 de janeiro de 2014 de <http://www.sazu.si/files/file-147.pdf>.
- Alsop, S. & Bencze, L. (2012). In search of activist pedagogies in SMTE. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 12(4), 394-408.
- Amado, J. (2013). *Manual de investigação qualitativa em educação*. Coimbra: Imprensa da universidade de Coimbra.
- American Management Association AMA (2010). Critical Skills Survey. Retirado em 15 de julho de 2014 de <http://www.amanet.org/PDF/Critical-Skills-Survey.pdf>.
- Anderson, T. (2005). Design-based Research and its Application to a Call Centre Innovation in Distance Education. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 31(2). Retirado em 13 de abril de 2014 de <http://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/article/view/143/136>.
- Andriessen, D. (2007). *Combining design-based research and action research to test management solutions*. 7th world Congress Action Learning: Action Research and Process management, Groningen, 2007. Retirado em 11 de abril 2014 de <http://weightlesswealth.com/downloads/Andriessen%20DBR%20and%20Action%20Research.PDF>.
- Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14. Retirado em 13 de abril de 2014 de http://learnlab.org/research/wiki/images/a/ab/2004_Barab_Squire.pdf.
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Barrow, C. (2006). *Environmental management for sustainable development*. London: Routledge. Retirado em 12 de julho de 2014 de

<http://marno.lecture.ub.ac.id/files/2012/06/PENGELOLAAN-LINGKUNGAN-UNTUK-PEMBANGUNAN.pdf>.

Behrens, M. (2000). *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas: Papirus.

Bell, J. (2004). *Como Realizar um Projeto de Investigação*. Lisboa: Gradiva.

Bencze, L. & Carter, L (2011). Special issue: special issue on globalization in science education. *Journal of research in science teaching* ,48(6), 648-699.

Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: a synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347-370.

Bereiter, C. (2002). Design research for sustained innovation. *Cognitive Studies, Bulletin of the Japanese Cognitive Science Society*, 9(3), 321-327. Retirado em 5 de março de 2014 de [http://ikit.org/fulltext/2002 Design _Research.pdf](http://ikit.org/fulltext/2002%20Design%20Research.pdf).

Bodgan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Bordenave, R. & Pereira, A. (2005). *Estratégias de Ensino aprendizagem*. Vozes: Petrópolis.

Borg, W. & Gall, M. (1996). *Educational research: an introduction* (6th Edition). New York: Longman.

Bradley, B. (2008). *On formative and design experiments: approaches to language and literacy research*. New York: Teachers College Press.

Branco, E. & Leite, L. (2012). Desafios e possibilidades: os recursos da web e a prática docente. Retirado em 16 de Julho de 2014 de <http://pt.scribd.com/doc/16784025/desafiospossibilidades>.

Brooks, J. & Brooks, M. (1997). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, New H: Heinemann.

Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrell e E. Van Zee (Eds.). *Inquiry into inquiry: learning and teaching in science*, 20-46. Washington: American Association for the Advancement of Science.

- Bybee, R. (2002). Scientific Inquiry, Student Learning, and the Science Curriculum. In J. Cusik, C. Duval & B. Smith (Eds). *Learning Science and the Science of Learning*, 25-37.
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Scotter, P., Powell, J., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado: Colorado Springs.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*, 170-180. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Gonzáles, F.M. (2004). Concept maps: theory, methodology, technology. *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Retirado em 10 de março de 2012 de <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-060.pdf>.
- Carvalho, A. (2008). *Manual de ferramentas da Web 2.0 para professores*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ciari, B. (1979). *Técnicas de Educação: Práticas de Ensino*. Lisboa: Editorial Estampa.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6th Ed.). London: Routledge.
- Cohen, L., & Manion, L. (1989). *Metodos de investigacion educativa*. Madrid: Editorial La Muralla.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6th Ed.). London: Routledge.
- Comissão Europeia (2011). O ensino das ciências na Europa: Políticas Nacionais Práticas e Investigação. DGEEC. Retirado a 8 de Julho de 2014 de http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133PT.pdf.
- Costa, J. (1999). O papel da escola na sociedade actual: implicações no ensino das ciências. *Millenium - Revista do Instituto Superior Politécnico de Viseu*, 15, 56-62.
- Costa, J. (2000). Educação em ciências: novas orientações. Retirado a 10 de Junho de 2014 de http://www.ipv.pt/millenium/19_spec6.htm.
- Coutinho, C. & Junior, J. (2007). Blog e Wiki: os futuros professores e as ferramentas da Web 2.0. *Actas do IX Simpósio Internacional de Informática Educativa SIIIE 2007-Porto*.
- Coutinho, C. & Junior, J. (2008). O uso de google pages como portefólio digital. Retirado em 5 de agosto de [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/8000/1/\(Portif_363lio\).pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/8000/1/(Portif_363lio).pdf).
- Coutinho, C. (2009). Tecnologias Web 2.0 na sala de aula: três propostas de futuros professores de Português. *Educação, Formação & Tecnologias*. 2(1), 75-86.

- Damiani, M. (2008). Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando os seus benefícios. *Educar*, Curitiba, 31, 213-230. Retirado em 5 de Agosto de 2014 de <http://www.scielo.br/pdf/er/n31/n31a13>.
- Dede, C. (2005). Commentary: The growing utilization of design-based research. *Contemporary Issues*.
- Design-Based Research Collective (2003). Design-based Research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. Retirado em 10 de abril de 2014 de <http://www.designbasedresearch.org/reppubs/DBRC2003.pdf>.
- Dias, C. & Chagas, I. (2012). *Multimédia como recurso didático no ensino da Biologia: Reflexão sobre a prática na sala de aula*. Dissertação de Mestrado: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Portugal.
- Drayton, B. & Falk, J. (2001). Tell-tale signs of the inquiry-oriented classroom. *NASSP Bulletin*, 85(623), 24-34.
- European Union (2012). *Responsible Research and Innovation Europe's ability to respond to societal challenges*. Retirado em 12 de junho de 2014 de <http://ec.europa.eu/research/science-society>.
- Figueiredo, A. (2000). *Novo conhecimento nova aprendizagem: novos media e nova aprendizagem*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Freire, A. (2004). Mudança de concepções de ensino dos professores num processo de reforma curricular. In: ME-DEB (Ed.). *Flexibilidade curricular, cidadania e comunicação*. Lisboa: Ministério da Educação, 265-280.
- Freire, S., Faria, C., Galvão, C. & Reis, P. (2013). New curricular material for science classes: how do students evaluate it? *Research in Science Education*, 43, 163-178.
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A., Lopes, A., Santos, M., Vilela, M., Oliveira, M. & Pereira, M. (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S. & Almeida, P. (2011). Enhancing the popularity and the relevance of science teaching in Portuguese Science classes. *Research in Science Education*, 41(5), 651-666.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S. & Faria, C. (2011). *Ensinar Ciências, Aprender Ciências: O contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.
- Giroux, H. (1997). *Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas.

- Griffin, P., McGaw, B. & Care, E. (Eds.) (2012). *Assessment and Teaching of 21st century skills*. London: Springer.
- Hess, D. (2009). *Controversy in the classroom*. New York: Routledge.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Hodson, D. (2014). Becoming part of the solution: learning about activism, learning through activism, learning from activism. In L. Bencze & S. Alsop (Ed.). *Activist science and technology education*. London: Springer.
- IAP (2010). Science Education Program: Taking Inquiry-Based Science Education (IBSE) into secondary education. York conference.
- Johnson, D. & Johnson, R., (1990). Impact of group processing on achievement in cooperative groups, *Journal of Social Psychology*, 130(4), 507 - 516.
- Jones, A. (2012). Technology in science education: context, contestation and connection. In B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. London: Springer.
- Kärkkäinen, S. et al (2014). The effects of socio-scientific issue based inquiry learning on pupils representations of the landscape. Retirado a 4 de setembro de 2014 de <http://www.helsinki.fi/luma/nfsun2014/>.
- Kozma, R., & Roth, M. (2012). Foreword. In P. Griffin, B. McGaw & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills*. London: Springer.
- Kvale, S. (1996). *Interviews An Introduction to Qualitative Research Interviewing*. London: Sage Publications.
- Learning, A. (2004). *Learning and Teaching Resources Branch. Focus on inquiry: a teacher's guide to implementing Inquiry-based learning*. Edmonton AB: Alberta Learning. Retirado em 10 de fevereiro de 2014 de <https://education.alberta.ca/media/313361/focusoninquiry.pdf>.
- Levy, F., & Murnane, J. (2005). How computerized work and globalization shape human skill demands. In M.Suárez-Orozco (Ed.). *Learning in the global era: international perspectives on globalization and education*, 137-158. London: University of California press. Retirado a 14 de Julho de 2014 de <http://www.ucpress.edu/content/pages/11060/11060.ch01.pdf>.
- Lokken, S., Cheek, W. & Hastings, S. (2003). The Impact of Technology Training on Family and Consumer Sciences Teacher Attitudes Toward Using Computer as an Instructional Medium. *Journal of Family and Consumer Science Education*, 21, 1. Retirado a 23 de julho 2014 de <http://www.natefacs.org/JFCSE/v21no1/v21no1Lokken.pdf>.

- Luehmann, A. & Frink, J. (2012). Web 2.0 technologies, new media literacies, and science education: exploring the potential to transform. . In B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. London: Springer.
- Martins, I. P. et al. (Ed.) (1991). Didáctica: Projecto de Formação e Investigação. Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino. Aveiro: Universidade de Aveiro
- Martins, I. (2002). Literacia científica: dos mitos às propostas. In A. Coelho, A. Almeida, J. Carmo & M. Sousa (Ed.). *Educação em Ciência, Anais do VII Encontro Nacional*. 2-10. Portugal: Universidade do Algarve.
- Martins, I. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1. Retirado em 8 de janeiro de 2014 de: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero1/Art2.pdf>.
- Merriam, S. (1988). *Case study research in education - a qualitative approach*. San Francisco, CA: Jossey – Bass Inc, Publishers.
- Millar, R., Osborne, J. (Ed.), (1998). Beyond 2000: Science education for the future. The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation. Londres: King's College Londres, School of Education. Disponível em: <http://www.nuffieldfoundation.org/beyond-2000-science-education-future>
- Ministério da Educação, (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico. Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Mintzes, J., Wandersee, J. e Novak, J. (2000). *Ensinando Ciência para a compreensão – uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Miranda, G. (2007). Limites e possibilidades das TIC na educação. *Sísifo, Revista de Ciência da Educação*, 3, 41-50.
- Morais, C. & Paiva, J. (2007). Simulação Digital e atividades experimentais em Físico - Químicas. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de Fusão e ponto de ebulição no 7º ano de escolaridade”. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação* 3, 101-112. Retirado em 5, dezembro, de 2011 em <http://sisifo.fpce.ul.pt>.
- Moura, M. (2012). Construção social da cidadania científica: desafios. In M. Moura (Ed.), *Educação científica e cidadania abordagens teóricas e metodológicas para a formação de pesquisadores juvenis*. Belo Horizonte: UFMG/PROEX. Retirado em 3 de Agosto de 2014 de <https://www.ufmg.br/proex/cpinfo/educacao/docs/livro.pdf>.
- Muñoz, T. (2003). El cuestionario como instrumento de investigación/evaluación. Retirado em 26 de julho de 2014 de http://www.univsantana.com/sociologia/El_Cuestionario.pdf.

- Nikolova, N. & Stefanova, E. (2012). *Inquiry-based science education in secondary schools Informatics: Challenges and rewards*. Faculty of mathematics and Informatics, Sofia University St. Kl. Ohridsky. Retirado em 5 de janeiro de 2014 de <file:///C:/Users/utilizador/Downloads/9783642543371-c2.pdf>.
- Nova, C., Alves, L. (2003). Educação à distância: limites e possibilidades. In: *Educação à distância: uma nova concepção de aprendizado e interatividade*. São Paulo: Futura. Retirado em 22, junho, 2011, de: http://lynn.pro.br/pdf/livro_ead.
- Novak, J. & Gowin, D. (1996). *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Editora.
- Novak, J. (2000). *Aprender, criar e utilizar o conhecimento*. Lisboa: Plátano.
- Nóvoa, A. (2007). O regresso dos professores. *Conferência Desenvolvimento profissional de professores para a qualidade e para a equidade da Aprendizagem ao longo da Vida*. Retirado em 3 de agosto de 2014 de www.dgae.min-edu.pt/c/document_library/get_file?p_l_id.
- NRC (2000). *Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning*. NRC.
- NSTA (2011). Quality science education and 21st century skills. Retirado a 16 de julho de 2014 de http://www.nsta.org/docs/PositionStatement_21stCentury.pdf.
- OCDE (2003). *The PISA 2003 assessment framework: reading, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Publicações da OCDE.
- OCDE (2012). Programme for International Student Assessment (PISA). Retirado em 12 de junho de 2014 de <http://www.oecd.org/pisa/>.
- Oliveira, T., Freire, A. & Carvalho, C. & Azevedo, M. & Freire, S. & Batista, M.(2009) Compreendendo a a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de ciências. *Educar, Curitiba*, (34) 19-33. Retirado em 11 de Abril de 2014 de <http://www.scielo.br/scielo.php>.
- Ontoria, A., et al. (1994). *Mapas Conceptuais – Uma Técnica para Aprender*. Rio Tinto: ASA.
- O'Reilly, T. (2005). What is Web 2.0? Design patterns and Business models for the next generation of Software. Retirado em 8 de Agosto de 2014 de http://www.im.ethz.ch/education/HS08/OReilly_What_is_Web2_0.pdf.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.

- Osborne, J., Hennessy, S. (2003). Literature review in science education and the role of ICT: promise, problems and future directions. Retirado em 20 de junho de 2014 de http://www.futurelab.org.uk/download/pdfs/research/lit_reviews/Secondary_School_Review
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: critical reflections*. Londres: Nuffield Foundation.
- Paiva, J. (2007). *Expectativas e resistências face às TIC na escola: As TIC na Educação em Portugal*. Porto: Porto Editora.
- Pallazo, L. (2012). Ciência e Educação no século XXI. Retirado em 10 de julho de 2014 de http://www.tuugo.com.br/SiteViewer/0070004630607?url=http%3A%2F%2Fwww.dcc.ufpa.br%2F~monserrat%2Fisc%2FCiencia_educacao_seculo_xxi.html.
- Partnership for 21st Century Skills (2009). Framework for 21st century learning. Retirado em 5 de Agosto de 2014 de: <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>.
- PISA (2012). PISA 2012 results. Retirado a 2 de Julho de 2014 de <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results.htm>.
- Ponte, J. (1998). Da formação ao desenvolvimento profissional. Retirado em 3 de agosto de 2014 de [www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/98-Ponte\(Profmat\).rtf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/98-Ponte(Profmat).rtf).
- Ponte, J. (1999). *Didáticas específicas e construção do conhecimento profissional*. Retirado em 28 julho de 2013 de [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/99-Ponte\(Aveiro\)](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/99-Ponte(Aveiro)).
- Projeto IRRESISTIBLE (2014). *Engaging the young with responsible research and innovation*. Retirado em 27 de Março de <http://www.irresistible-project.eu/index.php/en/>.
- Quivy, R. & Campenhoudt, L. (2008). *Manual de investigação em ciências sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Ramos, J. (2007). Reflexões sobre a utilização educativa dos computadores e da internet na escola. In Costa et al (Ed.). *As TIC na educação em Portugal concepções e práticas*. Porto: Porto Editora.
- Ramos, P., Gianella, R. & Struchiner, M. (2010). A pesquisa baseada em Design em Artigos científicos sobre o uso de ambientes de aprendizagem mediados pelas tecnologias da informação e da computação no ensino de ciências: uma análise preliminar. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 3, (1), 77-102. Retirado a 10 de Abril de 2014 de <http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/03/paula.pdf>.

- Reeves, C., Herrington, J. & Oliver, R. (2005). Design research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 96–116. Retirado em 12 de abril de 2014 de <file:///C:/Users/utilizador/Downloads/JCHEDesignResearch05.pdf>.
- Reis, P. (2004). *Controvérsias sociocientíficas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida*. Tese de doutoramento, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação Sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1).
- Reis, P. (2013). Os resultados dos alunos portugueses no TIMSS em matemática e ciências e as suas implicações para o ensino, para a formação de professores e para o sistema educativo, 61-68. Avaliações internacionais e desempenho dos alunos portugueses. Conselho Nacional de Educação. Retirado a 12 de agosto de 2014 de http://www.cnedu.pt/content/edicoes/seminarios_e_coloquios/LIVRO_Avaliacoes_internacionais.pdf.
- Reis, P. (2014). Promoting students collective socio-scientific activism: teachers' perspectives. In L. Bencze & S. Alsop (Eds.). *Activist science and technology education*. London: Springer.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Dieter Lenzen, Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.
- Roldão, M. (2007). Formação de professores baseada na investigação e a prática reflexiva. Conferência: Desenvolvimento profissional de professores para a qualidade e para a equidade da Aprendizagem ao longo da Vida. Retirado em 3 de agosto de www.dgae.min-edu.pt/c/document_library/get_file?p_l_id.
- Rondinelli, D., Middleton, J. & Vespoor, A. (1990). *Planning Education Reforms in Developing Countries: The contingency approach*. Durham: Duke University Press.
- Roth, W. & De'sautels, J. (2002). *Science education as/for sociopolitical action*. New York: Peter Lang.
- Sadler, T. et al (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues : A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513-536.
- Sadler, T. & Dawson V. (2012). Socio-cientific issues in science education: contexts for the promotion of key learning outcomes. In B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. London: Springer.
- Sansão, M. & Castro, M. & Pereira, M. (2002). *Mapa de conceitos e aprendizagem dos alunos*. Retirado em 22 de junho de 2011 de <http://www.iie.min-edu.pt>.

- Santos, A. (2007). *As TIC e o desenvolvimento de competências para aprender a aprender: um estudo de caso de avaliação do impacto das TIC na adoção de métodos de trabalho efetivos no 1º ciclo do ensino básico*. Dissertação de Mestrado. Aveiro: Departamento de Didática e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro. Retirado em 5 de maio de 2012, de: <http://biblioteca.sinbad.ua.pt/teses/2007001184>.
- Santos, L. & Lopes, V. (2011). *Ação didática-pedagógica: tecnologia na educação*. Retirado em 1 de março de 2012 de http://www.impactosmt.com.br/index.php?view=article&catid=38%3Aartigos&id=79%3Aacao-didatica-pedagogica-tecnologia-naeducacao&format=pdf&option=com_content&Itemid=59.
- Scardamalia, M., Bransford, J., Kozma, B. & Quellmalz, E. (2010). Assessment & teaching of 21 st century skills: New assessments and environments for knowledge building. Retirado em 12 de agosto de 2014 de <http://atc21s.org/wp-content/uploads/2011/11/4-Environments.pdf>.
- Smetana, L. & Bell, R. (2009). *Incorporation of computer simulations in whole-class vs small-group settings*. NARST 2009, University of Virginia. Retirado em 10 de maio de 2012 de http://www.narst.org/annualconference/2009_final_program.pdf.
- Sjøberg, S. (2002). Science and technology education in europe: current challenges and possible solutions. *UNESCO International Science, Technology & Environmental Education Newsletter*, 27(3-4). Retirado em 18 de Junho de 2014 de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001463/146315e.pdf>.
- Solomon, G., Schurm, L. (2007). *Web 2.0: New tools, new schools*. ISTE. Retirado a 5 de agosto de 2014 de <http://www.iste.org/docs/excerpts/NEWTOO-excerpt.pdf>.
- Stewart, V. (2010). A classroom as wide as the world. In H. Hayes Jacobs (Ed.). *Curriculum 21: Essential Education for a Changing World*, 97–114. VA: Association for Supervisionand Curriculum Development.
- Sutcliffe, H. (2011). A report on Responsible Research & Innovation. Retirado em 30 de maio de 2016 de https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/rri-report-hilary-sutcliffe_en.pdf.
- Swarat, S. (2008). What makes a topic interesting? A conceptual and methodological exploration of the underlying dimensions of topic interest. *Electronic Journal of Science Education*, 12(2), 1-26.
- TIMSS (2011). TIMSS 2011 results: relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade – implications for early learning. Retirado a 12 de agosto de 2014 de http://timss.bc.edu/timsspirls2011/downloads/TP11_Relationships_Release.pdf.

- Trna, J., Trnova, E. & Sibor, J. (2012). Implementation of Inquiry-Based Science Education in Science Teacher Training. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(4), 23.
- Valadares, J. (2001). Abordagens construtivistas e investigativas à actividade experimental . IV Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias da Educação: Percursos e Desafios, Universidade de Évora.
- Wang, F. & Hannafin, M. (2004). Using design-based research in design and research of technology-enhanced learning environments. Retirado a 27 de setembro de 2014 de <file:///C:/Users/utilizador/Downloads/0a85e5314b243c4de2000000.pdf>.
- Wilmarth, S. (2010). Five socio-technology trends that change everything in learning and teaching. In H. Hayes Jacobs (Ed.). *Curriculum 21: Essential education for a changing world*, 80–96. VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Windschitl, M. (2009). *Cultivating 21st century skills in science learners: how systems of teacher preparation and professional development will have to evolve*. Workshop on 21st century skills, National Academies of Science. Retirado no dia 5 de agosto de 2014 de www4.nationalacademies.org.
- Yin, R. (2003). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks/London: SAGE Publications.
- Zgaga, P. (2007). Um novo leque de competências para enfrentar os novos desafios do ensino. *Conferência Desenvolvimento profissional de professores para a qualidade e para a equidade da Aprendizagem ao longo da Vida*. Retirado em 3 de agosto de 2014 de www.dgae.min-edu.pt/c/document_library/get_file?p_l_id.

ANEXOS

Anexo 1

(ALUNOS) Questionário para medir as atitudes em relação à Investigação e Inovação na sociedade atual.

Este questionário tem como finalidade investigar as atitudes de professores, alunos e cientistas no que respeita ao papel da investigação e inovação na sociedade atual.

De modo a garantir o teu anonimato e podermos estabelecer uma correspondência entre as respostas, faremos uso de um código específico e individual.

1. Por favor, preenche o teu código individual:

Primeira letra do primeiro nome da tua mãe _____

A segunda letra do teu nome _____

O número do mês do teu aniversário _____

2. Género:

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino

3. Idade _____

Primeira parte

Por favor, indica o teu grau de concordância relativamente a cada uma das seguintes afirmações (1- discordo completamente; 2- discordo; 3- não concordo nem discordo; 4- concordo; 5- concordo completamente).

	1- discordo completamente	2- discordo	3- não concordo nem discordo	4- concordo	5- concordo completamente
1. Os cientistas devem dar palestras sobre o seu trabalho nas aulas de ciências.					
2. Os cientistas devem publicar os resultados das suas investigações apenas para outros cientistas.					

3. Não há problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham as mesmas qualificações.					
4. Os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral em palestras abertas ao público.					
5. De forma a poderem decidir sobre os temas a investigar, os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, direitos humanos e direitos do consumidor.					
6. Os cientistas devem focar-se apenas em fazer investigação e não devem dedicar o seu tempo a promover a aprendizagem nas escolas.					
7. As pessoas que criam produtos não têm a necessidade de pensar acerca dos possíveis riscos associados a tais produtos.					
8. Os cientistas devem relatar as suas descobertas ao governo, ainda que não sejam obrigados a fazê-lo.					
9. Os industriais que desenvolvem produtos tecnológicos, tais como novos telemóveis e aplicações para computadores, devem ser convidados a dar palestras sobre o seu trabalho nas escolas.					
10. O governo, as empresas e as organizações não governamentais não partilham dos mesmos valores e para isso não podem trabalhar em conjunto.					
11. Os cientistas devem tentar equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação.					
12. A comunidade científica e a comunidade empresarial não podem trabalhar em conjunto porque estão motivadas por interesses diferentes.					
13. Os cientistas devem dispendir parte do seu orçamento para a investigação na divulgação online da sua investigação, de modo gratuito e em livre acesso.					
14. O governo deve regulamentar as instituições de investigação científica.					

15. Ter elevados padrões éticos pode ajudar a garantir resultados de elevada qualidade em ciência e tecnologia.					
16. As organizações que financiam a investigação científica devem consultar os cientistas para decidirem quais os tópicos de investigação a financiar.					
17. Se for claro que uma dada investigação comporta implicações negativas ou riscos associados, então os cientistas têm o dever de a cancelar.					
18. Quando os cientistas são obrigados a divulgar os detalhes da sua investigação, deixam de ter liberdade académica.					
19. O currículo de ciências das escolas deve incluir tópicos como o modo como a ciência resolve os problemas da sociedade.					
20. Um cientista que necessita de pessoas que “trabalhem contra o relógio” não deve contratar mulheres com filhos pequenos.					
21. Mulheres e homens devem ter iguais direitos e responsabilidade na investigação científica.					
22. Uma das funções do governo é prevenir práticas danosas ou não éticas na investigação e inovação.					
23. Os cientistas têm a obrigação de disponibilizar a todos os resultados das suas investigações.					
24. O governo não deve determinar quais os tópicos de investigação mais importantes em detrimento de outros.					

Segunda parte

	1- Nunca	2- Raramente	3- às vezes	4- frequentemente	5- sempre
25. Com que frequência participaste, nas aulas de ciências, em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade? (por exemplo: “Devemos desenvolver novas tecnologias nucleares?” ou “Quais os riscos e benefícios da nanotecnologia?”)					

26. Quais as questões éticas relacionadas com ciência e sociedade que consideras mais relevantes no que respeita ao desenvolvimento de novas tecnologias no âmbito da:

- Ciência Polar;
- Extensão da Plataforma Continental Portuguesa;
- Biotecnologia e Bioética;
- Energia e radiação;
- Geoengenharia Climática.

Terceira Parte

Por favor, indica o teu grau de concordância relativamente a cada uma das seguintes afirmações (1-discordo completamente; 2- discordo; 3- não concordo nem discordo; 4- concordo; 5- concordo completamente)

	1- discordo completamente	2- discordo	3- não concordo nem discordo	4- concordo	5- concordo completamente
27. Sou capaz de planear e construir uma exposição científica atual e importante.					
28. Planear e construir uma exposição científica é algo que me motiva.					
29. O desenvolvimento de uma exposição científica sobre um determinado tema permite-me aprender mais sobre esse tema.					
30. A construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre os alunos.					
31. A construção de uma exposição científica melhora o relacionamento entre os alunos e professor					
32. As TIC (tecnologias de informação e comunicação) são uma boa ferramenta para ajudar a desenvolver exposições científicas.					
33. Sou capaz de desenvolver exposições científicas como forma de alertar a comunidade para temas científicos importantes e atuais.					

34. Através do desenvolvimento de exposições científicas sou capaz de influenciar as decisões e os comportamentos de outros cidadãos sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.					
---	--	--	--	--	--

Quarta Parte

Por favor, indica o teu grau de concordância relativamente a cada uma das seguintes afirmações (1- discordo completamente; 2- discordo; 3- não concordo nem discordo; 4- concordo; 5- concordo completamente)

	1- discordo completamente	2- discordo	3- não concordo nem discordo	4- concordo	5- concordo completamente
35. Nas aulas de ciências discuto sobre problemas atuais e como esses problemas afetam a minha vida.					
36. Nas aulas de ciências desenvolvo competências que me permitem desempenhar um papel mais ativo na sociedade.					
37. Nas aulas de ciências sou encorajado a fazer questões.					
38. Nas aulas de ciências desenvolvo projetos que considero importantes e socialmente relevantes.					
39. Nas aulas de ciências aprendo a agir de forma socialmente responsável.					
40. Nas aulas de ciências aprendo a respeitar as opiniões dos meus colegas.					
41. Nas aulas de ciências aprendo formas de influenciar as decisões dos cidadãos sobre questões sociais relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.					
42. Nas aulas de ciências sou responsável por iniciativas que me permitem influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente.					

Muito obrigado pela tua colaboração!

Anexo 2

(PROFESSORES) Questionário para medir as atitudes em relação à Investigação e Inovação na sociedade atual.

Este questionário tem como finalidade investigar as atitudes de professores, alunos e cientistas no que respeita ao papel da investigação e inovação na sociedade atual.

De modo a garantir o teu anonimato e podermos estabelecer uma correspondência entre as respostas, faremos uso de um código específico e individual.

4. Por favor, preenche o teu código individual:

Primeira letra do primeiro nome da sua mãe _____

A segunda letra do seu nome _____

O número do mês do seu aniversário _____

5. Género:

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino

6. Indique o(s) nível(is) de ensino que leciona

- ☐ 2.ºCEB
- ☐ 3º CEB
- ☐ Secundário

7. Quantos anos de experiência docente tem? _____

8. Indique as suas habilitações académicas:

- ☐ Bacharelato
- ☐ Licenciatura
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutoramento

Primeira parte

Por favor, indica o teu grau de concordância relativamente a cada uma das seguintes afirmações (1- discordo completamente; 2- discordo; 3- não concordo nem discordo; 4- concordo; 5- concordo completamente).

	1- discordo completamente	2- discordo	3- não concordo nem discordo	4- concordo	5- concordo completamente
1. Os cientistas devem dar palestras sobre o seu trabalho nas aulas de ciências.					
2. Os cientistas devem publicar os resultados das suas investigações apenas para outros cientistas.					
3. Não há problema se um cientista do sexo masculino preferir contratar estudantes do sexo masculino ao invés de estudantes do sexo feminino, ainda que ambos tenham as mesmas qualificações.					
4. Os cientistas devem apresentar as suas investigações ao público em geral em palestras abertas ao público.					
5. De forma a poderem decidir sobre os temas a investigar, os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, direitos humanos e direitos do consumidor.					
6. Os cientistas devem focar-se apenas em fazer investigação e não devem dedicar o seu tempo a promover a aprendizagem nas escolas.					
7. As pessoas que criam produtos não têm a necessidade de pensar acerca dos possíveis riscos associados a tais produtos.					
8. Os cientistas devem relatar as suas descobertas ao governo, ainda que não sejam obrigados a fazê-lo.					
9. Os industriais que desenvolvem produtos tecnológicos, tais como novos telemóveis e aplicações para computadores, devem ser convidados a dar palestras sobre o seu trabalho nas escolas.					

10. O governo, as empresas e as organizações não governamentais não partilham dos mesmos valores e para isso não podem trabalhar em conjunto.					
11. Os cientistas devem tentar equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação.					
12. A comunidade científica e a comunidade empresarial não podem trabalhar em conjunto porque estão motivadas por interesses diferentes.					
13. Os cientistas devem dispendir parte do seu orçamento para a investigação na divulgação online da sua investigação, de modo gratuito e em livre acesso.					
14. O governo deve regulamentar as instituições de investigação científica.					
15. Ter elevados padrões éticos pode ajudar a garantir resultados de elevada qualidade em ciência e tecnologia.					
16. As organizações que financiam a investigação científica devem consultar os cientistas para decidirem quais os tópicos de investigação a financiar.					
17. Se for claro que uma dada investigação comporta implicações negativas ou riscos associados, então os cientistas têm o dever de a cancelar.					
18. Quando os cientistas são obrigados a divulgar os detalhes da sua investigação, deixam de ter liberdade académica.					
19. O currículo de ciências das escolas deve incluir tópicos como o modo como a ciência resolve os problemas da sociedade.					
20. Um cientista que necessita de pessoas que “trabalhem contra o relógio” não deve contratar mulheres com filhos pequenos.					
21. Mulheres e homens devem ter iguais direitos e responsabilidade na investigação científica.					
22. Uma das funções do governo é prevenir práticas danosas ou não éticas na investigação e inovação.					
23. Os cientistas têm a obrigação de disponibilizar a todos os resultados das suas investigações.					

24. O governo não deve determinar quais os tópicos de investigação mais importantes em detrimentos de outros.					
--	--	--	--	--	--

Segunda parte

	1- discordo completamente	2- discordo	3- não concordo nem discordo	4- concordo	5- concordo completamente
25. Cada um dos seguintes grupos pode assumir diferentes graus de responsabilidade nas consequências da investigação e da inovação na sociedade e no ambiente.					

Num mundo ideal, qual o grau de responsabilidade que cada um destes grupos deve assumir?

	1 grau muito reduzido	2 Grau reduzido	3 Grau nem reduzido nem elevado	4 Grau elevado	5 Grau mito elevado
Governo					
Instituições Académicas					
Cientistas					
Educadores					
Organizações Ambientais					
Músicos					
Organizações Não Governamentais					
Consumidores					

Empresas					
Media impresso e eletrônico					

26. No seu país, atualmente, qual o grau de responsabilidade que cada um dos grupos anteriores tem?

	1 grau muito reduzido	2 Grau reduzido	3 Grau nem reduzido nem elevado	4 Grau elevado	5 Grau mito elevado
Governo					
Instituições Acadêmicas					
Cientistas					
Educadores					
Organizações Ambientais					
Músicos					
Organizações Não Governamentais					
Consumidores					
Empresas					
Media impresso e eletrônico					

	1- Nunca	2- Raramente	3- às vezes	4- frequentemente	5- sempre
27. Com que frequência participou, nas aulas de ciências, em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade?					
28. Com que frequência participou em aulas ou workshops sobre questões éticas da ciência e sociedade?					
29. Com que frequência lecionou sobre questões éticas relacionadas com ciência e sociedade?					

30. Quais as questões éticas relacionadas com ciência e sociedade que consideras mais relevantes no que respeita ao desenvolvimento de novas tecnologias no âmbito da:

- Ciência Polar;
- Extensão da Plataforma Continental Portuguesa;
- Biotecnologia e Bioética;
- Energia e radiação;
- Geoengenharia Climática.

Muito obrigado pela tua colaboração!

Anexo 3

Questionário de opinião do módulo “Vacinar ou não Vacinar?” (IBSE+Web 2.0+IIR) | alunos

Este questionário não é nenhum teste e não pretende avaliar os teus conhecimentos. Pretendo apenas saber a tua opinião sobre as atividades realizadas nas aulas de Ciências Naturais. A tua resposta é muito importante para eu melhorar as minhas aulas. Logo, por favor, responde de forma cuidadosa!

1. Durante esta atividade, notaste alguma diferença no meu comportamento como professora?

- ☐ sim
- ☐ não

Explica a tua opinião

Apreciação da atividade

1. Indica quais os aspetos interessantes desta atividade.

2. Na tua opinião, como se poderia melhorar esta atividade?

Construção de conhecimento (aprendizagem)

1. O que aprendeste com esta atividade?

- 2. Indica as vantagens e as desvantagens deste tipo de atividade para a tua aprendizagem.**

Vantagens:_____

Desvantagens:_____

Apreciação da ferramenta: PUBLISHER

- 1. Na tua opinião, quais são os aspetos interessantes desta ferramenta?**

- 2. E quais os aspetos menos interessantes desta ferramenta?**

- 3. De que forma(s) consideras que esta ferramenta facilitou a tua aprendizagem?**

Apreciação da ferramenta: WINDOWSMOVIEMAKER

1. Na tua opinião, quais são os aspetos interessantes desta ferramenta?

2. E quais os aspetos menos interessantes desta ferramenta?

3. De que forma(s) consideras que esta ferramenta facilitou a tua aprendizagem?

Obrigada pela tua colaboração.



**Questionário de opinião do módulo “Portugal é mais Mar?” (IBSE+Web
2.0+IIR) | alunos**

Este questionário não é nenhum teste e não pretende avaliar os teus conhecimentos. Pretendo apenas saber a tua opinião sobre as atividades realizadas nas aulas de Ciências Naturais. A tua resposta é muito importante para eu melhorar as minhas aulas. Logo, por favor, responde de forma cuidadosa!

2. Durante esta atividade, notaste alguma diferença no meu comportamento como professora?

- ☐ sim
- ☐ não

Explica a tua opinião

Apreciação da atividade

3. Indica quais os aspetos interessantes desta atividade.

4. Na tua opinião, como se poderia melhorar esta atividade?

Construção de conhecimento (aprendizagem)

3. O que aprendeste com esta atividade?

4. Indica as vantagens e as desvantagens deste tipo de atividade para a tua aprendizagem.

Vantagens:_____

Desvantagens:_____

Apreciação da ferramenta: POPPLET

4. Na tua opinião, quais são os aspetos interessantes desta ferramenta?

5. E quais os aspetos menos interessantes desta ferramenta?

6. De que forma(s) consideras que esta ferramenta facilitou a tua aprendizagem?

Apreciação da ferramenta: GLOGSTER

4. Na tua opinião, quais são os aspetos interessantes desta ferramenta?

5. E quais os aspetos menos interessantes desta ferramenta?

6. De que forma(s) consideras que esta ferramenta facilitou a tua aprendizagem?

Obrigada pela tua colaboração.



Questionário de opinião do módulo “Degelo vs Erosão: Qual a relação?”
(IBSE+Web 2.0+IIR)

Este questionário não é nenhum teste e não pretende avaliar os teus conhecimentos. Pretendo apenas saber a tua opinião sobre as atividades realizadas nas aulas de Ciências Naturais. A tua resposta é muito importante para eu melhorar as minhas aulas. Logo, por favor, responde de forma cuidadosa!

3. Durante esta atividade, notaste alguma diferença no meu comportamento como professora?

- ☐ sim
- ☐ não

Explica a tua opinião

Apreciação da atividade

5. Indica quais os aspetos interessantes desta atividade.

6. Na tua opinião, como se poderia melhorar esta atividade?

Construção de conhecimento (aprendizagem)

5. O que aprendeste com esta atividade?

6. Indica as vantagens e as desvantagens deste tipo de atividade para a tua aprendizagem.

Vantagens:_____

Desvantagens:_____

Apreciação da ferramenta: GLOGSTER

7. Na tua opinião, quais são os aspetos interessantes desta ferramenta?

8. E quais os aspetos menos interessantes desta ferramenta?

9. De que forma(s) consideras que esta ferramenta facilitou a tua aprendizagem?

Obrigada pela tua colaboração.😊

Anexo 4

Guião ENTREVISTA (ALUNOS)

1. Que tipo de impacto social poderão ter as atividades que realizaram?
2. Quais as relações entre as atividades que realizaram e o vosso papel como cidadãos?
3. Quais foram as aprendizagens que esta atividade te proporcionou no âmbito da Investigação e Inovação responsáveis (IIR)?

Guião ENTREVISTA (PROFESSORES)

Implementação dos Módulos

1. Quais os aspetos positivos desta atividade?
2. Quais as dificuldades sentidas na implementação, em sala de aula, dos módulos?
3. Que modificações/alterações introduziria nos módulos?

Reação dos alunos

1. Quais as reações dos alunos durante o desenvolvimento das atividades?
2. Qual foi o grau de satisfação dos alunos no decorrer das atividades?
3. Que aprendizagens (conhecimentos, capacidades e atitudes) os alunos fizeram?

Anexo 6

Quadro 4.3 *Análise mapas de conceitos da turma 9A - Módulo “Vacinar ou não Vacinar?”*

Evolução	Resultados ponderados	Exemplo válido	nº de ligações crusadas presentes mas não identificadas pelo aluno	nº de ligações crusadas válidas explícitas e justificadas	nº de hierarquias	nº de relações estabelecidas e válidas	nº de relações válidas e justificadas	nº de conceitos realizados	Parâmetros de Avaliação
									Ponderação
78,3%	23	1	0	10	5	0,5	1	1	Inicial
	41	2	0	0	3	0	2	4	Final
32,6%	21,5	3	0	0	3	1	4	5	Inicial
	28,5	2	0	0	3	1	3	6	Final
22,2%	27	4	0	0	3	0	2	7	Inicial
	33	4	0	0	3	0	4	10	Final
56,1%	20,5	1	0	0	3	1	0	4	Inicial
	32,0	2	1	0	3	4	0	11	Final
55,6%	27	3	0	0	3	0	3	6	Inicial
	42	2	0	0	3	0	9	16	Final
34,1%	20,5	1	0	0	3	1	1	3	Inicial
	27,5	0	0	0	4	4	3	16	Final
93,3%	22,5	2	0	0	3	1	1	4	Inicial
	43,5	10	0	0	3	1	3	15	Final
93,8%	24	2	0	0	3	2	1	5	Inicial
	46,5	5	0	0	4	3	4	16	Final
63,2%	19	2	0	0	2	0	2	5	Inicial
	31,0	0	0	0	3	0	5	11	Final
50,0%	13,0	0	0	0	2	0	1	2	Inicial
	19,5	0	0	0	3	1	1	3	Final
200,0%	13	0	0	1	0	0	1	2	Inicial
	39	4	1	0	4	2	2	10	Final
12,1%	33	3	0	0	4	2	2	7	Inicial
	37	2	0	0	4	0	5	10	Final
Faltou	21,5	1	0	0	3	3	0	4	Inicial
73,1%	13	0	0	0	2	0	1	2	Final
	22,5	0	0	0	3	1	2	5	Inicial
574,3%	15,5	1	0	0	2	1	1	3	Final
	43,5	6	0	0	4	1	3	14	Inicial
50,0%	21,0	1	0	0	3	0	2	3	Final
8,5%	31,5	4	0	0	3	1	3	9	Inicial
	23,5	2	0	0	3	1	1	5	Final
48,8%	25,5	4	0	0	3	1	1	5	Inicial
	20,5	0	0	0	2	1	0	10	Final
100,0%	30,5	8	0	0	3	1	2	5	Inicial
	13	0	0	0	2	0	1	2	Final
108,3%	26,0	0	0	0	3	0	4	7	Inicial
	12,0	0	0	0	2	0	0	2	Final
153,8%	25,0	0	0	0	3	0	4	6	Inicial
	13	0	0	0	2	0	1	2	Final
207,1%	33	0	1	0	3	0	5	11	Inicial
	14,0	0	0	0	2	2	0	3	Final
44,3%	4,3	0	0	0	3	2	8	13	Inicial
	24,5	3	0	0	3	1	1	5	Final
163,6%	35,5	3	0	0	3	1	4	13	Inicial
	23	1	0	0	3	4	0	5	Final
50,0%	62,0	6	0	0	4	0	11	25	Inicial
	20,0	1	0	0	3	0	1	3	Final
57,1%	30,0	3	0	0	3	0	3	9	Inicial
	28,0	6	0	0	2	0	3	9	Final
	44,0	3	0	0	3	0	8	18	Inicial

Quadro 4.4 Análise mapas de conceitos da turma 9B - Módulo “Vacinar ou não Vacinar?”

Evolução	Resultados ponderados	Exemplos válidos	nº de ligações cruzadas presentes mas não identificadas pelo aluno	nº de ligações cruzadas válidas explicitas e justificadas	nº de hierarquias	nº de relações estabelecidas e válidas	nº de relações válidas e justificadas	nº de conceitos realizados	Parâmetros de Avaliação	
									Ponderação	
									Inicial	1
46,8%	23,5	2	0	0	0	0	0	5	Final	11
	34,5	0	0	0	0	0	0	0	Inicial	2
85,4%	24,0	0	0	0	0	0	0	0	Final	13
	44,5	0	0	0	0	0	0	4	Inicial	3
300,0%	7,5	0	0	0	0	0	0	1	Final	10
	30	1	0	0	0	0	0	0	Inicial	4
34,8%	23	2	0	0	0	0	0	0	Final	10
	31,0	2	0	0	0	0	0	0	Inicial	3
3650,0%	1	0	0	0	0	0	0	0	Final	4
	37,5	5	0	0	0	0	0	0	Inicial	5
246,0%	6,5	0	0	0	0	0	0	4	Final	9
	22,5	0	0	0	0	0	0	2	Inicial	6
81,0%	21	1	0	0	0	0	0	0	Final	3
	38	0	0	0	0	0	0	0	Inicial	7
14,0%	25	2	0	0	0	0	0	4	Final	9
	28,5	0	0	0	0	0	0	0	Inicial	8
150,0%	14	0	0	0	0	0	0	4	Final	6
	35,0	2	0	0	0	0	0	2	Inicial	9
103,3%	15,0	0	0	0	0	0	0	4	Final	4
140,7%	30,5	0	0	0	0	0	0	0	Inicial	10
	13,5	0	0	0	0	0	0	0	Final	3
114,8%	46	2	0	0	0	0	0	0	Inicial	11
	27	4	0	0	0	0	0	5	Final	12
63,6%	58	5	0	0	0	0	0	0	Inicial	13
16,0%	22	2	0	0	0	0	0	0	Final	6
	36,0	2	0	0	0	0	0	0	Inicial	20
88,0%	25	0	0	0	0	0	0	4	Final	4
	29,0	0	0	0	0	0	0	0	Inicial	9
41,7%	47,0	0	0	0	0	0	0	0	Final	5
	12,0	0	0	0	0	0	0	0	Inicial	8
27,3%	17	5	0	0	0	0	0	0	Final	5
115,4%	27,5	0	0	0	0	0	0	0	Inicial	11
76,7%	35	4	0	0	0	0	0	0	Final	2
	13,0	0	0	0	0	0	0	0	Inicial	10
84,4%	21,5	0	0	0	0	0	0	0	Final	7
	38	4	0	0	0	0	0	0	Inicial	8
57,7%	16,0	1	0	0	0	0	0	0	Final	2
	29,5	2	0	0	0	0	0	0	Inicial	7
	26	4	0	0	0	0	0	0	Final	5
	41	8	0	0	0	0	0	0	Inicial	13

Quadro 4.5 Análise mapas de conceitos da turma 9C - Módulo “Vacinar ou não Vacinar?”

Evolution	Resultados ponderados	Exemplar votador	nº de lições cruzadas presentes mas não identificadas pela aluna	nº de lições cruzadas explicitadas e justificadas	nº de lições hierarquizadas	nº de lições ortodoxas e votadas	nº de lições ortodoxas justificadas	nº de conceitos realizados	Parâmetro de Avaliação
		1	2	10	5	0,5	1	1	Ponderação
242,5%	20	0	0	0	2	0	0	10	Inicial
	68,5	11	0	0	5	11	7	20	Final
62,1%	33	5	0	0	2	0	0	10	Inicial
	53,5	6	0	0	4	1	13	14	Final
230,6%	18	2	0	0	2	0	0	6	Inicial
	59,5	11	0	0	3	3	14	18	Final
203,2%	15,5	0	0	0	2	3	0	4	Inicial
	47	3	0	0	4	4	9	13	Final
247,6%	21	2	0	0	2	0	4	5	Inicial
	73	0	0	0	6	0	17	18	Final
230,6%	18	2	0	0	2	0	0	6	Inicial
	59,5	11	0	0	3	3	14	18	Final
242,5%	20	0	0	0	2	0	0	10	Inicial
	68,5	11	0	0	5	11	7	20	Final
62,1%	33	5	0	0	2	0	0	10	Inicial
	54	6	0	0	4	1	13	14	Final
203,2%	15,5	0	0	0	2	3	0	4	Inicial
	47	3	0	0	4	4	9	13	Final
230,6%	18	2	0	0	2	0	0	6	Inicial
	59,5	11	0	0	3	3	14	18	Final
247,6%	21	2	0	0	2	0	4	5	Inicial
	73	0	0	0	6	0	17	18	Final
242,5%	20	0	0	0	2	0	0	10	Inicial
	68,5	11	0	0	5	11	7	20	Final
62,1%	33	5	0	0	2	0	0	10	Inicial
	53,5	6	0	0	4	1	13	14	Final
203,2%	15,5	0	0	0	2	3	0	4	Inicial
	47	3	0	0	4	4	9	13	Final
247,6%	21	2	0	0	2	0	4	5	Inicial
	73	0	0	0	6	0	17	18	Final
230,6%	18	2	0	0	2	0	0	6	Inicial
	59,5	11	0	0	3	3	14	18	Final
62,1%	33	5	0	0	2	0	0	10	Inicial
	53,5	6	0	0	4	1	13	14	Final
203,2%	15,5	0	0	0	2	3	0	4	Inicial
	47	3	0	0	4	4	9	13	Final
247,6%	21	2	0	0	2	0	4	5	Inicial
	73	0	0	0	6	0	17	18	Final
242,5%	20	0	0	0	2	0	0	10	Inicial
	68,5	11	0	0	5	11	7	20	Final
247,6%	21	2	0	0	2	0	4	5	Inicial
	73	0	0	0	6	0	17	18	Final
62,1%	33,0	5	0	0	2	0	0	10	Inicial
	53,5	6	0	0	4	1	13	14	Final
203,2%	15,5	0	0	0	2	3	0	4	Inicial
	47	3	0	0	4	4	9	13	Final
230,6%	18	2	0	0	2	0	0	6	Inicial
	59,5	11	0	0	3	3	14	18	Final
242,5%	20	0	0	0	2	0	0	10	Inicial
	68,5	11	0	0	5	11	7	20	Final

Quadro 4.6 Análise mapas de conceitos da turma 8A– Módulo “Portugal é mais Mar?”

Evolução	Resultado ponderado	Exemplar utilizar	nº de lições presentes marcadas identificadas pela aluna	nº de lições cruzadas utilizadas explicitar e justificar	nº de hierarquizar	nº de relações ortodoxas e utilitar	nº de relações utilitar e justificar	nº de conceitos realizados	Parâmetro de Avaliação
									Ponderação
83%	44	9	0	0	0	0,5	1	14	Inicial
	80,5	18	2	0	4	25	0	26	Final
28%	50	11	0	0	0	12	0	14	Inicial
	64	16	0	0	0	20	0	23	Final
36%	59	15	0	0	0	18	0	20	Inicial
	80,5	18	2	0	4	25	0	26	Final
45,5%	44	9	0	0	0	12	0	14	Inicial
	64	16	0	0	0	20	0	23	Final
20,5%	44	9	0	0	0	12	0	14	Inicial
	53	13	0	0	0	14	0	18	Final
36,9%	21	0	0	0	0	2	0	5	Inicial
	98,5	18	2	0	4	25	0	26	Final
8,5%	59	15	0	0	0	18	0	20	Inicial
	64	16	0	0	0	20	0	23	Final
415%	50,5	13	0	0	0	13	0	16	Inicial
	53	13	0	0	0	14	0	18	Final
34%	39,5	7	0	0	0	11	0	12	Inicial
	53	13	0	0	0	14	0	18	Final
73%	46,5	10	0	0	0	13	0	15	Inicial
	80,5	18	2	0	4	25	0	26	Final
14,3%	56	14	0	0	0	16	0	19	Inicial
	64	16	0	0	0	20	0	23	Final
-28%	71,5	11	11	0	0	15	0	16	Inicial
	51,5	12	0	0	0	15	0	17	Final
78,4%	44	10	0	0	0	12	0	13	Inicial
	78,5	21	0	0	4	17	0	29	Final
9,6%	47	11	0	0	0	12	0	15	Inicial
	51,5	12	0	0	0	15	0	17	Final
22,7%	48,5	11	0	0	0	13	0	16	Inicial
	59,5	21	0	0	4	17	0	29	Final
30,4%	39,5	7	0	0	0	9	0	13	Inicial
	51,5	12	0	0	0	15	0	17	Final
51,5%	34	5	0	0	0	8	0	10	Inicial
	51,5	12	0	0	0	15	0	17	Final
88,9%	36	6	0	0	0	8	0	11	Inicial
	68	16	0	0	4	20	0	22	Final
51,0%	52	11	0	0	0	16	0	18	Inicial
	78,5	21	11	0	4	17	0	29	Final
10,6%	71	11	0	11	0	14	0	16	Inicial
	78,5	21	0	0	4	17	0	29	Final
-42%	71	11	11	0	0	14	0	16	Inicial
	68	16	0	0	4	20	0	22	Final
202%	22,5	0	0	0	0	1	2	5	Inicial
	68	16	0	0	4	20	0	22	Final

Quadro 4.8 Análise mapas de conceitos da turma 8A – Módulo “Erosão e Degelo: Qual a relação?”

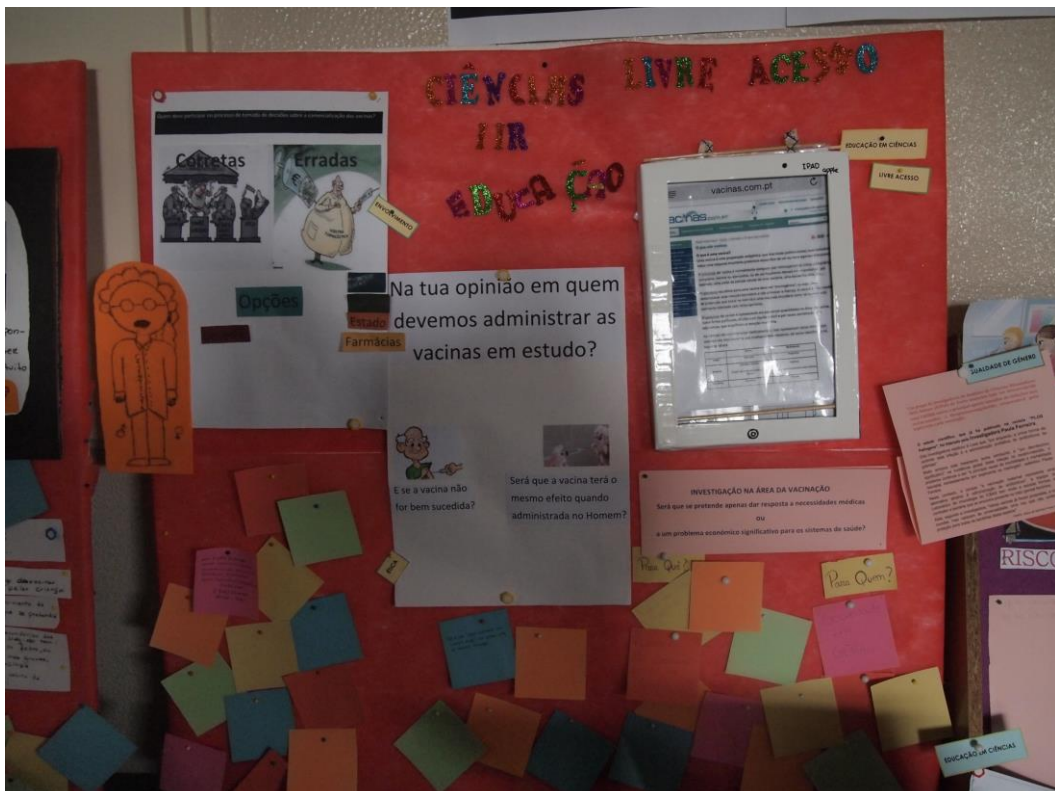
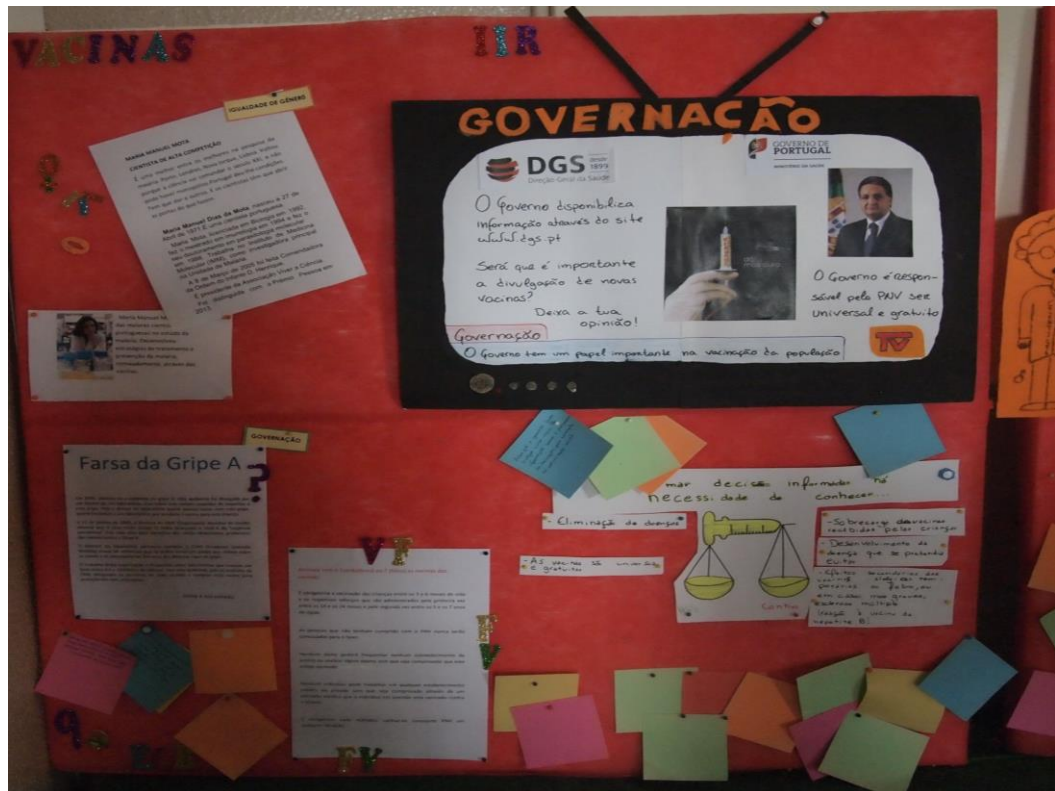
Evolução	Resultado ponderado	Exemplar vítima	nº de lições presentes marcadas identificadas pela aluna	nº de lições cruzadas vítima explicar e justificar	nº de hierarquia	nº de relação ortodoxia a vítima	nº de relação vítima justificar	nº de cancelar realizar	Parâmetro de Avaliação																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										Ponderação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
-12,2%	49	3	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Quadro 4.9 Análise mapas de conceitos da turma 8C – Módulo “Erosão e Degelo: Qual a relação?”

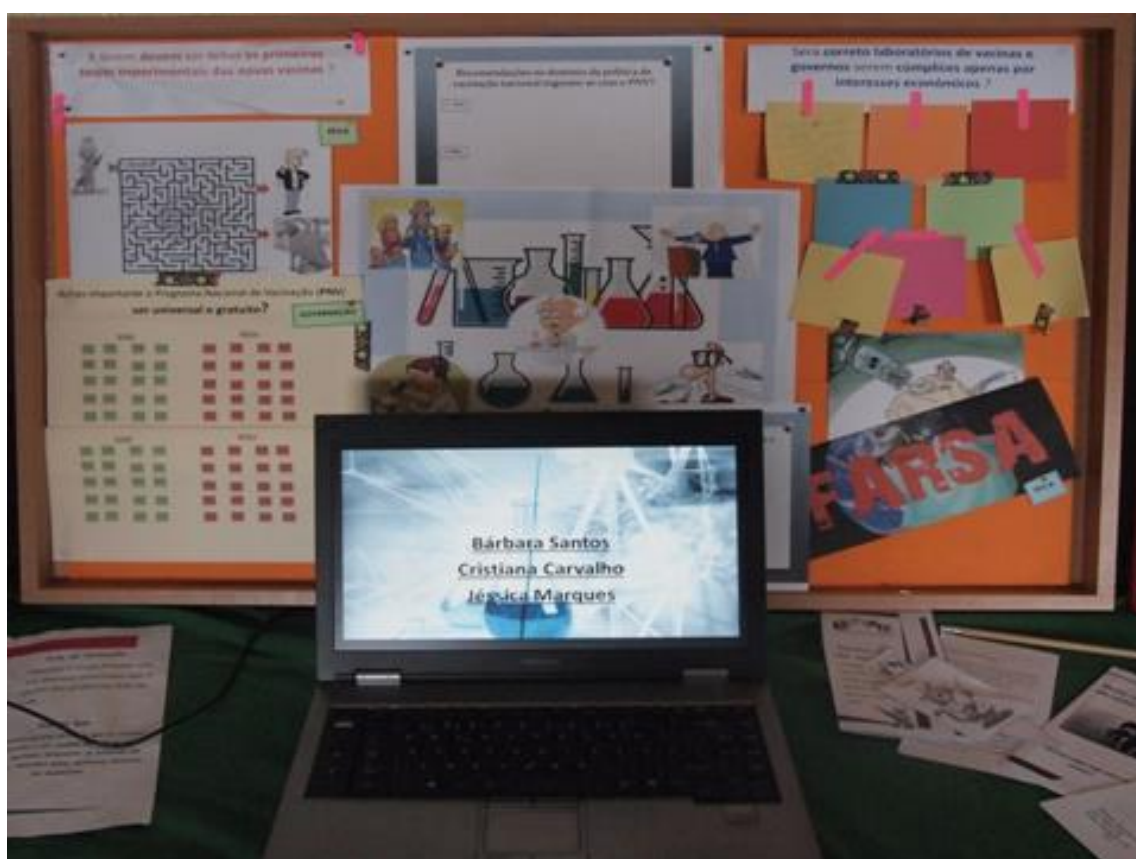
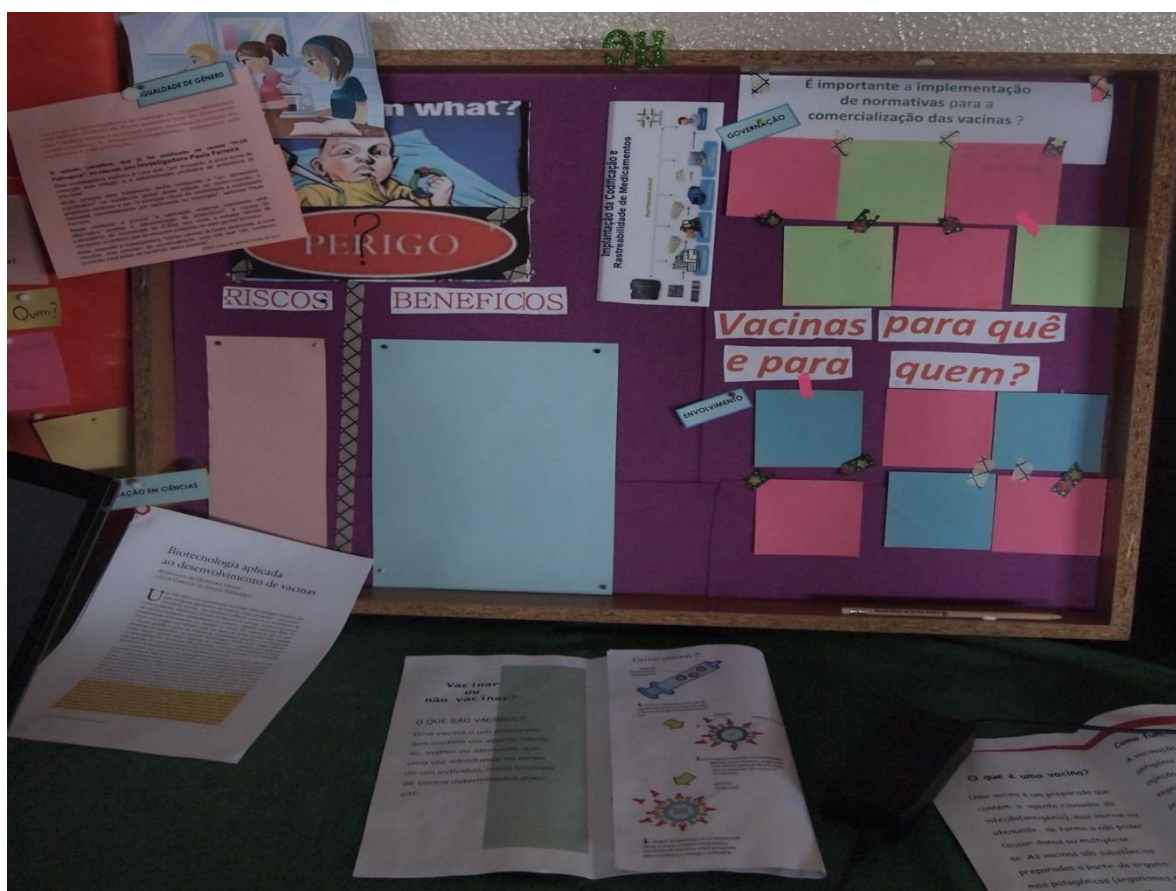
Evolução	Resultado ponderado	Exemplar válido	nº de lições presentar mar não identificadas pela aluna	nº de lições cruzadas explicar e justificar	nº de hierarquizar	nº de relações estabelecidas e válidas	nº de relações válidas e justificadas	nº de conceitos realizados	Parâmetro de Avaliação	
									Ponderação	
16,6%	36	2	0	0	0	0	0	11	Inicial	1
	42	4	0	0	0	0	0	13	Final	
38,1%	42	0	0	0	0	0	0	14	Inicial	2
	58	0	7	0	0	0	0	16	Final	
51,9%	27	0	0	0	0	0	0	10	Inicial	3
	41	0	0	0	0	0	0	15	Final	
46,2%	26	0	0	0	0	0	0	9	Inicial	4
	38	0	0	0	0	0	0	15	Final	
42,9%	21	0	0	0	0	0	0	7	Inicial	5
	30	0	0	0	0	0	0	11	Final	
16,7%	18	0	0	0	0	0	0	5	Inicial	6
	21	0	0	0	0	0	0	7	Final	
73,9%	23	0	0	0	0	0	0	8	Inicial	7
	40	0	0	0	0	0	0	13	Final	
104,8%	21	0	0	0	0	0	0	7	Inicial	8
	43	0	0	0	0	0	0	14	Final	
40,7%	27	0	0	0	0	0	0	10	Inicial	9
	38	0	0	0	0	0	0	15	Final	
76,0%	25	0	0	0	0	0	0	9	Inicial	10
	44	0	0	0	0	0	0	14	Final	
94,7%	19	0	0	0	0	0	0	6	Inicial	11
	37	0	0	0	0	0	0	12	Final	
79,2%	24	0	0	0	0	0	0	7	Inicial	12
	43	0	0	0	0	0	0	14	Final	
14,3%	28	0	0	0	0	0	0	10	Inicial	13
	32	0	0	0	0	0	0	12	Final	
34,6%	26	0	0	0	0	0	0	9	Inicial	14
	35	0	0	0	0	0	0	15	Final	
31,3%	16	0	0	0	0	0	0	4	Inicial	15
	21	0	0	0	0	0	0	7	Final	
100%	21	0	0	0	0	0	0	7	Inicial	16
	42	0	0	0	0	0	0	14	Final	
-13,6%	44	0	0	0	0	0	0	10	Inicial	17
	38	0	1	0	0	0	0	10	Final	
40,7%	27	0	0	0	0	0	0	10	Inicial	18
	38	0	0	0	0	0	0	15	Final	
100%	20	0	0	0	0	0	0	6	Inicial	19
	40	0	0	0	0	0	0	13	Final	
50%	16	0	0	0	0	0	0	4	Inicial	20
	24	0	0	0	0	0	0	8	Final	

Anexo 7

Exposição científica da turma 9A Módulo “Vacinar ou não vacinar?”



Exposição científica da turma 9B Módulo “Vacinar ou não vacinar?”



Trabalhos finais da turma 9C Módulo “Vacinar ou não vacinar?”



As **vacinas** atuam ao nível dos leucócitos, promovendo a sua activação para destruir micróbios específicos.

Vacinar as crianças é protegê-las reforçando o seu sistema imunitário, impedindo situações de risco de doenças graves e até da morte.



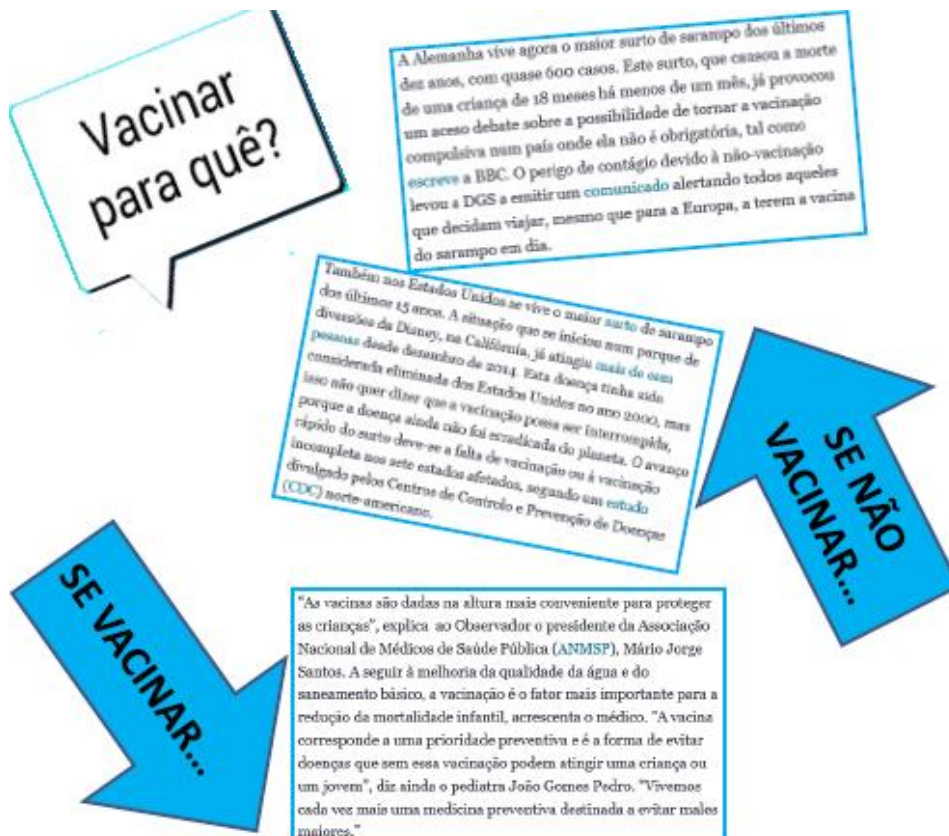
VACINAÇÃO

Rita chaves
Rita Luz
Inês Ferreira
Mafalda Vaz
Beatriz Pereira

*Estou
vacinado!*

VACINA CONTRA:	NASCI- MENTO	2 MESES	4 MESES	6 MESES	12 MESES	18 MESES	5-6 ANOS	10-15 ANOS	TODA A VIDA 10/10 ANOS
TUBERCULOSE	BCG								
HEPATITE B	VHB 1	VHB 2		VHB 3					
HAEMOPHILUS INFLUENZAE B		HIB 1	HIB 2	HIB 3		HIB 4			
DIFTERIA - TETANO - TOSSE CONVULSA		DTP _a 1	DTP _a 2	DTP _a 3		DTP _a 4	DTP _a 5	Td	Td
POLIOSELULITE		VIP 1	VIP 2	VIP 3			VIP 4		
MENINGOCOCCO C					MenC				
VARÍOLA - PAROTIDITE ENDÊMICA - RUBÉOLA					VASPR 1		VASPR 2		
PREVENÇÃO POR VÍRUS DO PAPILOMA HUMANO								HPV 11-2	





O objetivo da OMS era erradicar o sarampo até 2015. Em Portugal, o sarampo foi considerado eliminado em 2004 e desde essa altura todos os casos (22) foram importados ou derivaram destes (casos secundários), diz Etelvina Calé (DGS).

Pesquisámos opiniões e aconselhamos que o melhor mesmo é vacinar... é melhor proteger do que evitar riscos!



<http://observador.pt/especiais/vacinar-ou-nao-vacinar-as-criancas-vale-a-pena-perguntar/>

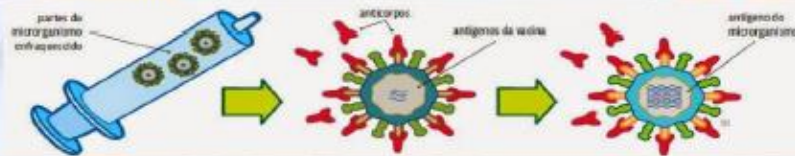
Vacinar ou não vacinar?...

Vacinas são: preparações de antígenos que provoca uma resposta imunitária protetora específica .

Problema: porque nos vacinamos?

As Vacinas contém: vírus ou bactérias inteiros mortos ou atenuados ou fragmentos desses microrganismos .

As Vacinas servem: A aplicação das vacinas vão ajudar o sistema imunitário na formação de anticorpos e de células especiais contra o vírus ou bactéria . Anos mais tarde quando ocorrer uma invasão, o sistema imunitário “desperta” e causa uma reação defendendo o organismo da doença, porque são produzidos anticorpos que impedem a atuação dos micróbios.



Testemunhos...

Eu vacino o meu filho mas tenho muito medo, porque as vacinas podem estar estragadas... Eu só concordo com algumas das vacinas, porque há outras que põem as pessoas doentes em vez de as curarem...

Eu dou sempre as vacinas aos meus filhos; Se não vacinar os meus filhos eles vão ficar doentes; Antigamente quando se tinha sarampo, as pessoas ficavam mesmo muito doentes, agora nem se houve falar porque as crianças são logo vacinadas.

Contra

A favor

Conclusões: no nosso questionário, aplicado a 30 pais, não tivemos ninguém contra a vacinação, mas obtivemos duas respostas desfavoráveis

Bibliografia: <http://www.vacinas.com.pt/doencas-evitaveis-por-vacinacao/varicela>
http://www.cfr.org/interactives/GH_Vaccine_Map/#map

VACINAR OU NÃO VACINAR?

O QUE SÃO VACINAS?

Uma vacina é uma preparação biológica que serve para defender o nosso organismo de uma doença específica, criando imunidade e ajudando o nosso corpo a ficar mais forte ou até imune de uma determinada doença, impulsionando o próprio sistema de defesa do nosso corpo.



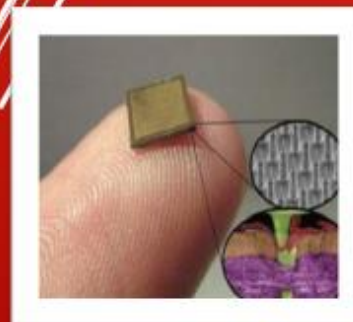
VANTAGENS E DESVANTAGENS



Existem vantagens e desvantagens em vacinar, como vantagem temos o facto das vacinas nos protegerem de doenças, e como desvantagens temos o facto de podermos ficar doentes depois de sermos vacinados (por exemplo ter febre) ou desencadearmos reacções alérgicas. Existe alguma polémica de que as vacinas triplice (que contêm alumínio) poderá ter uma relação com o autismo nas crianças.

VACINAS NO FUTURO

No futuro é bastante provável que as vacinas com agulhas deixem de existir, já que imensos projetos para desenvolver uma maneira alternativa de vacinar estão a decorrer, como por exemplo a possibilidade de se começar a usar um género de autocolante na pele.



As vacinas são recursos indispensáveis para a saúde individual e pública. Através da imunização é possível prevenir infecções e impedir que várias doenças se espalhem por um território.



vacina da poliomielite

PORQUÊ VACINAR?



Crianças vítimas de poliomielite

VACINAS SALVAM VIDAS
Muitas doenças que provocavam a morte estão quase extintas

VACINAS SÃO SEGURAS E EFICAZES
Controladas diariamente por cientistas, médicos e profissionais de saúde

A VACINAÇÃO PROTEGE OS OUTROS
A imunização evita a disseminação

AS VACINAS FAZEM POUPAR TEMPO E DINHEIRO
Ao evitar a doença, poupa-se tempo e dinheiro

A VACINAÇÃO PROTEGE TAMBÉM AS FUTURAS GERAÇÕES

Em 2003, no norte da Nigéria, uns imãs mais radicais decidiram que a vacina contra a POLIOMIELITE fazia parte duma conspiração norte-americana para espalhar a SIDA e esterilizar as mulheres islâmicas. A vacina foi proibida e um surto de poliomielite espalhou-se pela Nigéria e países vizinhos.

O que são Vacinas?

Vacina é uma preparação antigénica, que inoculada (administrada) num indivíduo induz uma resposta imunitária protectora específica de um ou mais agentes infecciosos.

As vacinas são o meio mais eficaz e seguro de protecção contra certas doenças. Mesmo quando a imunidade não é total,

quem está vacinado tem maior capacidade de resistência na eventualidade da doença surgir.

As crianças são as principais destinatárias, mas também abrange os adultos.



Plano Nacional de Vacinação

As vacinas que fazem parte do Programa Nacional de Vacinação (PNV) são gratuitas. As crianças devem ser vacinadas assim que nascem (recém-nascidos). Se o calendário for cumprido, pouco depois dos 6 meses de idade já estarão protegidas contra sete doenças de infância e aos 15 meses contra dez doenças.

Se a criança não iniciou a vacinação durante o primeiro ano de vida, dirija-se o mais cedo possível a um centro de saúde. Nunca é tarde demais para se vacinar a si e aos seus filhos e existem dois calendários recomendados para a vacinação nestes casos.

A melhor forma de ficar protegido contra determinadas doenças é cumprir o calendário de vacinação recomendado pelo Programa Nacional de Vacinação (PNV).



Vacinas do PNV

BCG — Tuberculose
VHB — Hepatite B
Hib — doenças causadas por *Haemophilus influenzae*
DTPa — Difteria, Tétano, Tosse Convulsa
VIP — Poliomielite
MenC — meningites e septicemias causadas pela bactéria meningocócica
HPV - Infecções por Vírus do Papilloma Humano
Td - Tétano e Difteria

Para se vacinar basta dirigir-se ao centro de saúde da sua área de residência e levar consigo o Boletim de Vacinas. Se por qualquer motivo (férias prolongadas, por exemplo) não puder recorrer ao seu centro de saúde, dirija-se aquele que está mais próximo do local onde estiver.

Para a saúde tratar a vacina devemos tomar!

Será uma boa escolha
vacinar ou não?



"As vacinas são substâncias proteicas, como toxinas, partes de bactérias ou de vírus, ou mesmo vírus e bactérias inteiros, atenuados ou mortos, que ao serem introduzidas no organismo de um animal, suscitam uma reação do sistema imunitário semelhante à que ocorreria no caso de uma infecção por um determinado agente patogénico, desencadeando a produção de anticorpos que acabam por tornar o organismo imune ou, ao menos mais resistente, a esse agente (e às doenças por ele provocadas)."

AJUDA

O corpo reage ao vírus, assim criando novos anticorpos adaptados ao vírus e quando a doença chega, determinada a atacar, o corpo já tem sua defesa. O problema é que às vezes o vírus sofre mutações genéticas e novas vacinas devem ser criadas nos dias de hoje.

TIPOS DE VACINAS PARA CADA PESSOA

Vacinas Pediátricas: O sistema imunitário do recém-nascido é ainda imaturo e inexperiente. Nos primeiros 3 meses de vida, os anticorpos da mãe, passam para o filho através da placenta e fornecem alguma protecção, embora não contra todas as doenças. Dos 3 meses até cerca dos dois anos de vida o sistema imunitário já é suficientemente maduro, mas a criança continua a estar particularmente susceptível às infecções.

Vacinas de Adulto: Não podemos reduzir a vacinação dos adultos à vacina antitetânica (com reforços cada 10 anos) nem à vacina anual da gripe, é importante não diminuir a importância do cumprimento da vacinação em termos de Saúde Pública.

Vacinas de Viajante: Vale a pena prevenir riscos. Se vai viajar consulte o seu médico e informe-se sobre as medidas preventivas necessárias antes de partir para países tropicais.

COMO FUNCIONAM ?

Quando o nosso organismo entra em contacto com um microorganismo: primeiro há uma reacção imediata, também chamada **imunidade inata**, em que são segregadas substâncias químicas que vão ajudar a desencadear uma reacção de defesa, activando células dos tecidos e chamando ao local leucócitos que têm a função de destruir ou enfraquecer o organismo invasor. Esta reacção inata não é específica para cada tipo de doença, nem sempre é suficientemente eficaz nem induz memória imunológica. O segundo tipo de reacção, chamado **imunidade adquirida** surge mais tardiamente, mas é dirigido especificamente **contra aquele agente**, através da produção de proteínas específicas, chamadas **anticorpos**, que vão reagir com as proteínas (antígenos) do agente infeccioso, impedindo sua multiplicação e promovendo a sua destruição. Para além disso vão ser activadas as chamadas células de memória, que vão permitir que o organismo reconheça e produza mais rapidamente anticorpos específicos, sempre que entre novamente em contacto com aquele agente.





O que uma vacina?

Uma vacina é uma preparação antipéptica, que inoculada (administrada) num indivíduo induz uma resposta imunitária, prevenindo especifica de um ou mais agentes infecciosos.

O antígeno da vacina é normalmente composto por microorganismos (viro ou bactérias) atenuados, mortos ou fragmentos, ou de um fragmento desses microorganismos, por exemplo, uma parte da parede celular de uma bactéria, uma toxina inactiva, etc...

O antígeno escolhido para uma vacina deve ser "immunogénico", ou seja, deve desencadear uma resposta imunitária e não provocar a doença. A vacina é uma medida de prevenção que induz no indivíduo uma resposta imunitária como se tivesse sido realmente infectado pelo microorganismo.

O antígeno da vacina é apresentado em pequenas quantidades na dose da vacina, numa forma purificada, diluída num líquido, esteril e por vezes combinado com adjuvantes, que amplificam a resposta imunitária.

Idades	Vacinas
0 meses	BCG e VHB 1ª dose.
2 meses	VHB 2ª dose, Hib 1ª dose, DTPa 1ª dose VIP 1ª dose.
4 meses	Hib 2ª dose, DTPa 2ª dose, VIP 2ª dose.
6 meses	VHB 3ª dose, Hib 3ª dose, DTPa 3ª dose, VIP 3ª dose.
12 meses	Menc 1ª dose, VASPR 1ª dose.
18 meses	Hib 4ª dose, DTPa 4ª dose.
5-6 anos	DTPa 5ª dose, VIP 4ª dose, VASPR 2ª dose.
10-13 anos	Td, HPV
10/10 anos	Td

VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS VACINAS.

Embora as vantagens de combater as doenças de forma eficaz da vacina foi tentado em rigorosas ensaios clínicos, as desvantagens que não foi tentado em geral maior populações.

Estudos de **42222** as vacinas podem medir os resultados após de meses de ataque de doença, incluindo hospitalizações, visitas médicas e custos.



Trabalhos finais da turma 8A Módulo “Portugal é mais Mar?”

A alargamento da plataforma continental

Governança

Os benefícios do Projeto de Extensão da Plataforma Continental terão influência nas gerações futuras. A exploração de recursos naturais é um dos pilares de desenvolvimento das sociedades, proporciona novas oportunidades no acesso a recursos naturais com elevado potencial económico. Para além destas, o Projeto de Extensão da Plataforma Continental foi e é ainda uma oportunidade para:

- Incrementar a projecção Internacional de Portugal;
- Reforçar a posição de Portugal em matérias relativas ao mar e aos oceanos;
- Adquirir e desenvolver novos equipamentos e novas tecnologias;
- Investir em componentes I&D inovadores;
- Contribuir para o desenvolvimento científico, nomeadamente em áreas como a hidrografia, geologia, geofísica, oceanografia, biologia, robótica e direito internacional, reforçando parcerias.

Como?

ROV Luso

O ROV conta já com 158 mergulhos efectuados, num total de 575 horas de operação, tendo atingido uma profundidade máxima de 3250m. O ROV Luso é um veículo adaptado para a ciência, de forma a maximizar a possibilidade de recolha de diversos tipos de amostra (geologia e biologia) com diferentes exigências no acondicionamento das amostras - sedimentos e água bem como um diverso número de sensores, que recolhem e transmitem em tempo real informação fundamental sobre o meio, diz respeito à caracterização física e química da massa de água onde o ROV opera.

Portugal é mais mar!

Objetivo da EMPEC

A EMPEC pretendeu, com os mergulhos ROV, explorar o fundo oceânico, fazer cartografia geológica, caracterizar ecossistemas, mapear biodiversidade e amostrar rochas. As rochas amostradas são principalmente basálticas, e que em conjunto com toda a restante informação obtida permitirão ajudar a fundamentar a proposta para a extensão da plataforma continental de Portugal.

Benefícios do Projeto

Os benefícios decorrentes do Projeto de Extensão da Plataforma Continental terão a sua máxima expressão nas gerações futuras. No entanto, a exploração de recursos naturais é um dos pilares de desenvolvimento das sociedades e os direitos da soberania sobre os recursos naturais proporcionam novas oportunidades no acesso a recursos naturais com elevado potencial económico. Para além destas, o Projeto de Extensão da Plataforma Continental foi e é ainda uma oportunidade para:

- Incrementar a projecção Internacional de Portugal;
- Reforçar a posição de Portugal em matérias relativas ao mar e aos oceanos;
- Adquirir e desenvolver novos equipamentos e novas tecnologias;
- Investir em componentes I&D inovadores;
- Contribuir para o desenvolvimento científico, nomeadamente em áreas como a hidrografia, geologia, geofísica, oceanografia, biologia, robótica e direito internacional, reforçando parcerias com laboratórios, institutos e universidades, a nível nacional e internacional.

Com quem colaboramos?

Piloto ROV

Andréia Afonso

Igualdade de Género

Rov e Tecnologia

Portugal é + mar

Riscos

Ética

Benefícios:

- Mais visibilidade com a demonstração de conhecimento e capacidade científica. Tecnológica no domínio alargado das ciências do mar.
- Reforço e consolidação da posição de Portugal em matérias relativas ao mar e aos oceanos.
- Adquirir e desenvolver novos equipamentos e novas tecnologias.
- Contribuir para o desenvolvimento científico e permitir a Portugal assumir-se cada vez mais como uma importante eação marítima europeia.

Como é feita a prospeção

O ROV está adaptado para a recolha de dados e maximizar a possibilidade de recolha de diversos tipos de amostra, bem como um elevado número de sensores, que recolhem e disponibilizam informação fundamental no que diz respeito à caracterização física e química da massa de água onde o ROV opera.

O ROV Luso é um veículo de operação remota, com capacidade de mergulhar a 3000m de profundidade.

Após a sua aquisição pela Agência Nacional de Investimento e Inovação, o ROV Luso foi adaptado para a recolha de dados e maximizar a possibilidade de recolha de diversos tipos de amostra, bem como um elevado número de sensores, que recolhem e disponibilizam informação fundamental no que diz respeito à caracterização física e química da massa de água onde o ROV opera.

Riscos

O maior risco é a perda do ROV, visto que é muito caro.

Benefícios

Os benefícios decorrentes do Projeto de Extensão da Plataforma Continental terão a sua máxima expressão nas gerações futuras.

Benefícios

Mais demonstração de conhecimento e capacidade científica e tecnológica no domínio alargado das ciências do mar.

Benefícios

Mais demonstração de conhecimento e capacidade científica e tecnológica no domínio alargado das ciências do mar.

Portugal É Mais Mar

Relatório, desenvolvido e produzido por Portugal, em conjunto com a comunidade científica, sobre o estado da arte e as necessidades de Portugal, no domínio das ciências do mar e dos oceanos. O relatório tem como objetivo principal a demonstração de conhecimento e capacidade científica e tecnológica no domínio alargado das ciências do mar.

Alguns equipamentos

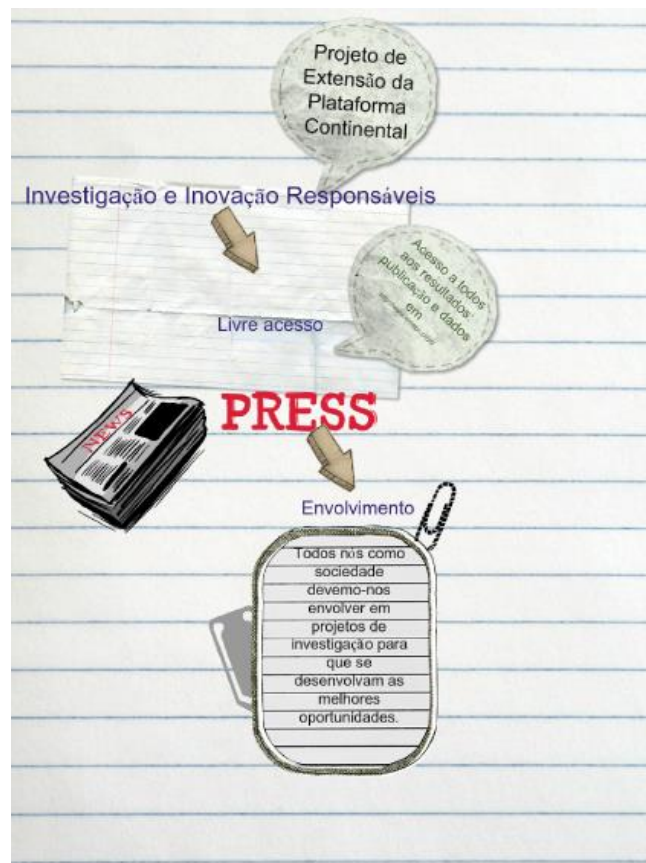
Um conjunto de robôs de alta tecnologia, desenvolvidos pela Agência Nacional de Investimento e Inovação, para a recolha de dados e maximizar a possibilidade de recolha de diversos tipos de amostra, bem como um elevado número de sensores, que recolhem e disponibilizam informação fundamental no que diz respeito à caracterização física e química da massa de água onde o ROV opera.

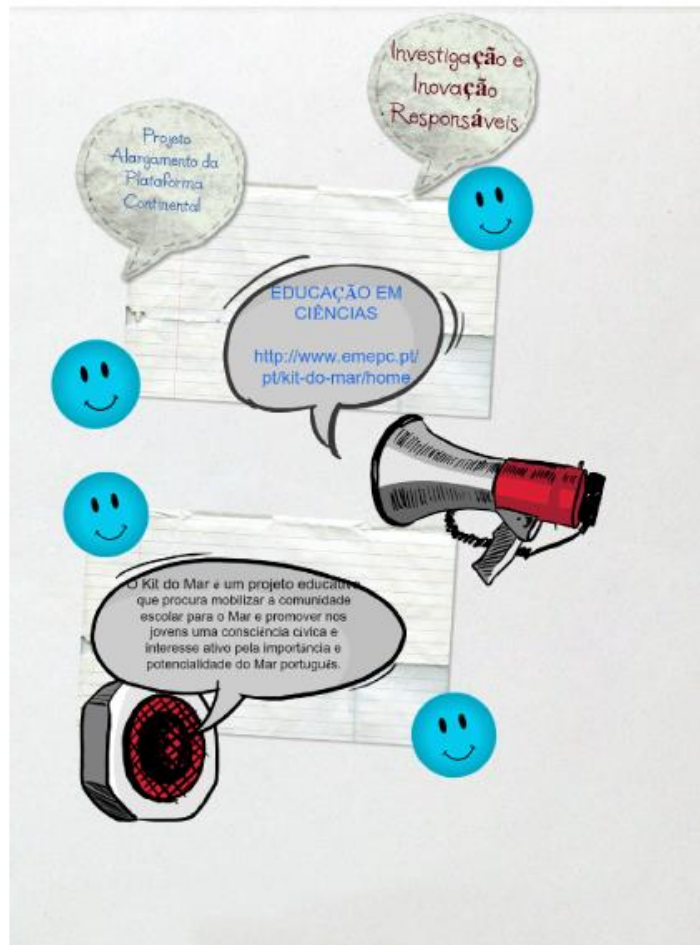
Portugal É Mais Mar

Relatório, desenvolvido e produzido por Portugal, em conjunto com a comunidade científica, sobre o estado da arte e as necessidades de Portugal, no domínio das ciências do mar e dos oceanos. O relatório tem como objetivo principal a demonstração de conhecimento e capacidade científica e tecnológica no domínio alargado das ciências do mar.

Trabalhos finais da turma 8B Módulo “Portugal é mais Mar?”







Trabalhos finais da turma 8A Módulo “Degelo vs Erosão: Qual a relação?”

Degelo
Livre Acesso

Livre Acesso
As consequências do degelo no nosso país.

Temos acesso livre aos problemas do aquecimento global/degelo, como por exemplo no site da National Geographic podemos observar as futuras consequências do degelo e prevenir juntamente com as outras pessoas esta catástrofe causada pela libertação de GEE para a atmosfera. Estes gases aumentam o efeito de estufa que impedem alguns raios solares de irem para o espaço depois de serem refletidos da Terra, indo outra vez para o planeta. As temperaturas aumentam e as calotes polares derretem e o nível médio das águas sobe.

Canadian Science Publishing lança novo jornal de acesso aberto: "Arctic Science"

Canadian Science Publishing lança nova revista de acesso aberto Ciência Árctico

Ciência Árctico estará em exposição no International da Arctical Arctic Mudança 2014 conferência a ter lugar do 12 dezembro de 2014, em Ottawa.

Ciência Árctico é a primeira totalmente revista de acesso aberto "Open", oferecida pela Canadian Science Publishing (CSP), que vai mudar de parcerias e abrange de alta qualidade de massa sobre o Ártico. A revista é a primeira, ao mesmo tempo, a oferecer acesso público imediato para o último artigo publicado. Para um período limitado, o acesso de processamento rápido (RPA) em Ciência Árctico será implementado. Com o objetivo, a descrever a melhor informação e de pesquisa no Ártico está no mundo sobre o Ártico. Assim, isso que inclui uma variedade de temas de um interesse público em todo o Canadá, abrangeamento ambiental, ciência e vida fronteiras e o Ártico.

Imagem da National Geographic
(O que poderá acontecer daqui a alguns anos às cidades costeiras)

Portugal



Erosão vs Degelo

Governança

Tratado da Antártida

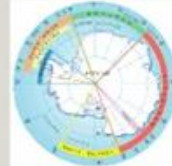
O Tratado da Antártida é o documento assinado em 1 de dezembro de 1959 pelos países que reivindicam a posse de partes continentais da Antártida, um que se comprometeu a suspender suas reivindicações por portos indefinidos, permitindo a liberdade de exploração científica de qualquer um, em regime de cooperação internacional.

Causas:

Efeito de Estufa;
Aumento da temperatura global (No Alasca, no noroeste do Canadá e na Sibéria a temperatura subiu mais do que a média global - cerca de 2,75°C.)

Consequências:

O deslocamento dos glaciares em direção ao mar e consequentemente, a subida do nível médio das águas;
Cerca de 99% da água doce está nos mantos polares da Gronelândia e da Antártida e o seu desaparecimento provocará falta de água à população mundial;
Tempestades e catástrofes naturais (cheias, tufões, etc.)
Extinção das espécies de fauna e flora.



Mapa da região portuguesa (após o derretimento)





Ciência Polar

Consequências do aquecimento global

- Subida média das águas
- Avanço do mar
- Pode levar ao desaparecimento de algumas cidades costeiras

Causas do aquecimento global:

- Fusão das calotes polares com libertação de CO₂
- Poluição atmosférica
- Destruição da camada de ozono
- Acumulação de gases com efeito de estufa

Ética na Ciência Polar

Em 2009, confirmado pelos cientistas e já sentida pela população mundial, a mudança climática global é hoje o principal desafio socio ambiental a ser enfrentado pela humanidade. Mudança climática é o nome que se dá ao conjunto de alterações nas condições do clima da Terra:

A) As calotes polares diminuem, o nível do mar aumenta. Acreditando alterações no relevo do continente e no nível do mar.

B) O equilíbrio do clima do planeta está em desequilíbrio, uma vez que ele está em processo de aquecimento.

C) A fauna e a flora das regiões próximas ao círculo polar ártico e antártico sofrem com a glaciação e degelo.

D) Os centros urbanos sofrem alterações, com prejuízo à população humano e ao seu desenvolvimento.

TODOS NOS
PODEMOS FAZER
ALGO DE FORMA A
DIMINUIR AS
EMIÇÕES DE
GASES COM EFEITO
DE ESTUFA (GEE)
PARA A
ATMOSFERA DE
FORMA A DIMINUIR
O DEGELO DAS
CALOTES
POLARES!!!!!!!

Trabalhos finais da turma 8C Módulo “Degelo vs Erosão: Qual a relação?”



